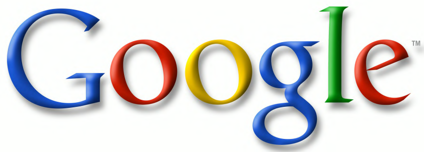
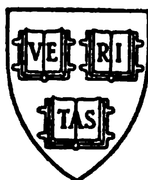



VE
RI
TAS

ANNALES

DES MINES

Les Annales des Mines sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une commission spéciale, nommée par le Ministre des travaux publics. Cette commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le chef du cabinet, du personnel et du secrétariat, est composée ainsi qu'il suit :

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des Annales des Mines pour être envoyés, soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la commission des Annales des Mines.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé 10 francs par planche et par cent exemplaires ou fraction de centaine. Les planches extraordinaires sont payées au prix de revient.

Le brochage, y compris couverture imprimée et faux-frais, est payé, pour une feuille seule ou une fraction de feuille, 3 francs le premier cent et 1f,25 pour chaque centaine ou fraction de centaine en plus. Pour chaque planche, ou chaque nouvelle feuille de texte, il sera payé 0f,25 par chaque centaine d'exemplaires.

La publication des Annales des Mines a lieu par livraisons, qui paraissent tous les mois.

Les douze livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 120 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'étranger.

PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES

DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT.

RÉDIGÉES ET PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE

MÉMOIRES. — TOME III

PARIS

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Augustins, n° 49

1893

ANNALES
DES MINES

SUR LE
RACCORDEMENT DES BASSINS HOUILLERS
DU NORD DE LA FRANCE
ET DU SUD DE L'ANGLETERRE

Par M. Marcel BERTRAND, Ingénieur en chef des mines,
Professeur de géologie à l'École supérieure des mines.

I. Découverte de la houille a Douvres.

Sondage de Douvres. — Il y a deux ans et demi, les journaux scientifiques d'Angleterre ont annoncé qu'un sondage entrepris à Douvres, sur l'emplacement des anciens travaux de tête du tunnel sous-marin, avait rencontré le terrain houiller, avec houille, à moins de 400 mètres de profondeur (1.136 pieds). On avait traversé, sous la craie et sous les argiles du gault, 75 mètres environ de sables et d'argiles, représentant le wealdien, et 200 mètres de terrains jurassiques, reposant directement sur les schistes houillers. La nouvelle était importante et d'un grand intérêt; les noms des géologues anglais qui avaient vu et déterminé les échantillons du sondage

ne permettaient guère de mettre en doute le résultat annoncé. D'un autre côté ce résultat ne semblait pas d'accord avec les idées théoriques généralement professées en France sur le prolongement probable des bassins houillers du Nord et du Boulonnais. J'expliquerai tout à l'heure quelles sont ces idées et sur quelles bases elles sont fondées.

La présence de la houille à Douvres était incontestablement une donnée d'importance capitale, et, qu'on eût été ou non disposé à prévoir cette découverte, il était naturel d'en saisir l'occasion pour discuter à nouveau les chances de prolongement des bassins connus, et même pour contrôler les théories sur lesquelles on peut s'appuyer pour prévoir, ou au moins pour circonscrire, les emplacements probables ou possibles des nouveaux bassins.

Il était pourtant prudent d'attendre la publication de données, sinon plus formelles, au moins plus circonstanciées et plus précises, avant d'admettre sans réserves l'existence du nouveau bassin houiller. Il était impossible que ces données se fissent longtemps attendre et que la compagnie de recherches, après ce premier succès, ne cherchât pas rapidement à s'édifier sur la valeur de sa découverte. Le sondage, en effet, a été approfondi, et les résultats viennent d'en être publiés (juin 1892) (*). Aucun doute n'est plus possible désormais : on a traversé plus de 250 mètres (773 pieds) de terrain houiller, avec 8 couches de houille, considérées comme exploitables, et dont l'épaisseur est comprise entre 60 et 90 centimètres. Des analyses et des essais calorifiques ont été faits pour les couches les plus profondes : ce sont des

(*) Ces résultats ont été résumés par M. Lorieux, inspecteur général des mines, dans la 8e livraison des *Annales des mines* (2e vol. 1892, p. 227).

houilles grasses, contenant environ 25 p. 100 de matières volatiles. Le pouvoir calorifique serait de 14,867, c'est-à-dire comparable à celui des meilleures houilles employées par la marine anglaise. Comme âge, M. Zeiller a pu, d'après les empreintes végétales, les assimiler soit au faisceau supérieur du Pas-de-Calais, soit comme limite supérieure, aux couches les plus élevées du bassin du Somerset (*). Un point important à ajouter, c'est que les bancs sont à peu près horizontaux, sans traces de dérangements; on n'a donc pas affaire à un paquet isolé de terrain houiller, comme celui du Boulonnais, mais on peut compter au contraire sur un champ d'exploitation assez étendu.

Rapports de position avec les autres bassins houillers. — Quel que doive être l'avenir industriel de ce nouveau bassin houiller, ce qui pour le moment constitue le principal intérêt du sondage de Douvres, c'est la position intermédiaire qu'occupe ce bassin entre celui du nord de la France et ceux du sud de l'Angleterre (Somerset et pays de Galles). Depuis longtemps on a remarqué que la direction prolongée du premier, prise entre Valenciennes et Bruay, irait à très peu près rejoindre Bristol et Cardiff. Entre les extrémités reconnues des deux bassins, il existe un intervalle de 350 kilomètres où n'affleurent que des terrains plus récents. L'idée devait venir naturellement que la ligne qui sur 600 kilomètres, de la Westphalie au Pas-de-Calais, suit une bande ininterrompue de terrains houillers, qui dans le Somerset et dans le pays de Galles rencontre de nouveaux bassins, était une ligne privilégiée au point de vue de la formation ou de la conservation de la houille, et que des recherches le long

(**) *C. R. Ac. Sc.*, 24 oct. 1892. — *Ann. d. mines*, 2e vol. de 1892, p. 599.

de cette ligne pouvaient avoir chance d'aboutir. Mais c'était là une indication trop vague; la bande houillère, dans la partie où elle est connue, est loin d'être rectiligne; il n'y a pas de raison pour qu'elle le soit davantage dans la partie inconnue. La ligne hypothétique de raccordement pouvait s'élever très haut vers le nord ou descendre vers le sud; au fond elle restait complètement indéterminée. Il n'y avait là, ni au point de vue géologique, ni au point de vue pratique, une indication assez sérieuse pour motiver, ni même pour excuser des travaux de recherches.

Mémoire de Godwin-Austen. — La question est entrée dans une nouvelle phase, à la suite d'un travail remarquable de Godwin-Austen, lu en 1855 devant la société géologique de Londres (*). Dans ce mémoire, Godwin-Austen s'attachait à montrer que l'étude des couches superficielles peut nous renseigner sur l'allure des terrains situés en profondeur, non seulement quand il s'agit de terrains concordants (ce qui est la loi élémentaire et fondamentale de la géologie), mais même lorsqu'il s'agit de séries superposées en discordance, et par conséquent, semblerait-il, complètement indépendantes l'une de l'autre. Pour bien faire comprendre l'importance de cette conclusion, on peut en faire immédiatement l'application à la question que je posais tout à l'heure, à celle du raccordement possible des bassins houillers du nord de la France et du sud de l'Angleterre. Ces bassins houillers, tels qu'ils nous apparaissent aujourd'hui, sont le résultat de plis énergiques, formés après le dépôt de la houille, à la fin de la période primaire. Ces plis, comme tous ceux que nous connaissons dans l'écorce terrestre, ont

(*) *On the possible extension of the Coal Measures, beneath the south-eastern part of England*, by R. Godwin Austen (*Quarterly Journal of the Geol. Soc. of London*, p, 38, vol. 12, 1856).

déterminé une série de voûtes et de cuvettes, plus ou moins irrégulières dans les détails de leurs formes, mais se suivant parallèlement sur de longs espaces. Leur ensemble a formé une chaîne, probablement assez élevée, mais certainement émergée après l'époque houillère. Dans la période secondaire, la mer est venue réoccuper les espaces abandonnés, et, en rongeant progressivement le pied des falaises, elle a substitué au relief primitif du sol une plaine d'abrasion marine; elle n'a laissé subsister de l'ancienne chaîne que les parties qui s'élevaient alors au-dessus d'une surface à peu près plane et horizontale. Il en résulte que les terrains les plus récents, parmi ceux qui entraient dans la composition de la chaîne, quelle qu'ait été d'ailleurs leur extension primitive, n'ont été conservés que dans le fond des cuvettes, ou plis synclinaux. Par conséquent le problème de suivre une bande de terrains houillers, revient, au moins pour les régions qui nous occupent, à suivre un pli synclinal des terrains primaires.

En second lieu, d'après la règle de Godwin-Austen, le problème de suivre un pli synclinal des terrains primaires, reviendrait à suivre un pli synclinal des terrains plus récents qui leur sont superposés. C'est-à-dire qu'à l'étude, impossible sans sondages et sans puits, des terrains masqués en profondeur, on peut substituer l'étude des terrains visibles aux affleurements. Ces terrains, dans les bassins de Paris et de Londres, n'ont pas subi de mouvements comparables à ceux qui ont affecté les couches primaires; ils n'en ont pas moins été dérangés de leur horizontalité primitive; s'ils ne sont pas plissés, ils sont au moins *ondulés*, et l'étude de ces ondulations devient la base de toute recherche de houille.

Godwin-Austen a pu indiquer, dès 1854, quelles lui semblaient être les conséquences du principe énoncé : la cuvette houillère du Somerset est bordée au sud par

un pli anticlinal, ou, si l'on veut, par une voûte, formée de terrains carbonifères et dévoniens, et constituant la chaîne de collines connue sous le nom de Mendip Hills. A l'endroit où la voûte dévonienne disparaît à l'est sous les couches jurassiques, ces couches forment elles-mêmes une voûte moins accentuée, qui se poursuit au sud de Londres dans les terrains crétacés, et vient aboutir auprès de Folkestone. Cet accident, jalonné sur presque tout son parcours par la croupe des North Downs, indique, d'après les idées de Godwin-Austen, la prolongation de l'anticlinal paléozoïque; par conséquent la prolongation de la cuvette houillère du Somerset, si elle existe, doit se trouver en avant de cette ligne; c'est entre Radstock, Epsom et Douvres que doivent s'échelonner les recherches. Le résultat du sondage de Douvres est une éclatante confirmation des prévisions de Godwin-Austen.

Si ce résultat a étonné plusieurs géologues français, c'est qu'ils prenaient pour point de départ, non plus le bassin du Somerset, mais le bassin franco-belge. Ce dernier, sans chercher pour le moment à préciser plus que ne le faisait Godwin-Austen, est d'abord limité au sud par la large saillie de terrains primaires qui forme l'Ardenne. Les terrains crétacés, sous lesquels disparaît à l'est le massif paléozoïque de l'Ardenne, dessinent à leur tour une grande voûte surbaissée, connue sous le nom d'axe de l'Artois. Cet axe anticlinal, toujours en prenant les choses en gros, se dirige vers le Boulonnais où la voûte s'ouvre en son centre pour laisser apparaître une boutonnière de terrains jurassiques. De même que la prolongation du bassin du Somerset doit se chercher au nord des North Downs, celle du bassin houiller franco-belge devrait alors se chercher au nord de l'axe de l'Artois et de la boutonnière du Boulonnais, suivant une ligne qui irait à peu près aboutir à Calais, en face de Douvres, en face par conséquent de la prolongation du bassin du Somerset.

Cette dernière partie des conclusions de Godwin Austen est, même une fois le principe admis, sujette à des objections qui n'atteindraient pas la première partie, relative à l'Angleterre. L'axe de l'Artois, non plus que l'Ardenne auquel il fait suite, ne correspond pas à un pli anticlinal unique, mais à une série de plis anticlinaux. Ce qu'il faudrait suivre pour arriver à une conclusion précise, c'est l'accident bien déterminé qui limite au sud le bassin houiller, et qui, d'après les travaux de M. Gosselet, est connu sous le nom de crête ou axe du Condros. Le tracé de cet axe, comme nous le verrons, n'est pas connu avec une complète certitude au delà du point où disparait le terrain houiller, à Fléchinelle; mais il semble peu probable qu'il remonte vers le nord du Boulonnais. De plus des affleurements de terrain houiller reparaissent dans le Boulonnais, à Hardinghen et au sud de Ferques. Godwin-Austen croyait n'avoir pas à en tenir compte parce qu'à cette époque on considérait ces lambeaux comme contemporains du calcaire carbonifère, dans lequel ils sont en effet intercalés par suite de déplacements mécaniques. Mais on sait aujourd'hui que la houille d'Hardinghen appartient bien au véritable terrain houiller; on aurait donc là un point du prolongement cherché de la cuvette houillère, ce qui ferait aboutir la ligne, non pas à Calais, mais au Gris-Nez, c'est-à-dire notablement plus au sud. La ligne anticlinale des North Downs ferait face, non pas à la limite méridionale, mais à la limite septentrionale du bassin du Boulonnais. S'il en est ainsi, on aurait eu *théoriquement* raison de croire qu'on ne trouverait pas à Douvres la prolongation de la cuvette franco-belge, comme on a eu *pratiquement* raison d'espérer qu'on y trouverait la prolongation de la cuvette du Somerset. La seule conséquence à tirer de cette prétendue contradiction, serait qu'il y aurait deux lignes distinctes de cuvettes houillères venant aboutir en face du détroit du Pas-de-Calais.

II. PRINCIPE DES RECHERCHES : REPRODUCTION DES PLIS SUIVANT LES MÊMES LIGNES.

Je me suis contenté jusqu'ici de faire un exposé sommaire et presque uniquement au point de vue historique, des questions qui pouvaient se rattacher à la découverte de la houille à Douvres. On voit qu'il y a deux questions bien distinctes :

En premier lieu, le principe de la reproduction des plis suivant les mêmes lignes est-il solidement établi? Sur quelles preuves est-il fondé? et quelle précision est-on en droit d'attendre des indications qu'il fournira?

En second lieu, si le principe est admis, peut-on, dans l'état de nos connaissances, déterminer avec quelque certitude, sur la rive française du Pas-de-Calais, les axes des plis successifs qui affectent les terrains secondaires, et qui donneraient par là même les tracés des plis anciens? Peut-on savoir en particulier où vient aboutir près de la mer l'axe de la cuvette houillère du bassin franco-belge?

Je traiterai d'abord la première question, qui est, en dehors de toute application pratique, la plus importante au point de vue géologique. Dans quelle mesure peut-on dire, en donnant à la proposition la forme la plus simple et la plus générale, que les plis de l'écorce terrestre se reproduisent toujours aux mêmes places?

Arguments de Godwin-Austen. — Tout d'abord il est bon de rappeler que Godwin-Austen n'a pas été et n'a pas voulu être aussi explicite en son énoncé ; il dit seulement : « La loi générale *semble* être que, lorsqu'une bande de l'écorce terrestre a été *énergiquement* plissée et fracturée, tous les mouvements (*disturbations*) postérieurs suivent exactement les mêmes lignes, et cela simplement, parce

que ces lignes sont des lignes de moindre résistance ». Quant aux arguments qu'il fait valoir, ils sont bornés à l'étude du pli anticlinal qui limite au sud les cuvettes houillères ; comme je l'ai indiqué plus haut, l'axe de l'Artois fait suite à l'axe paléozoïque du nord de l'Ardenne, et l'axe des North Downs fait suite à l'axe paléozoïque des Mendip Hills. C'est là au fond la donnée principale. Il faut ajouter que tout le long de la bande houillère du Nord et du Pas-de-Calais, l'axe de l'Artois l'accompagne au sud, et, d'une manière générale, en suit la direction. Malheureusement cet axe de l'Artois n'est pas défini géologiquement avec une précision suffisante ; le nom a été donné d'abord à une ligne topographique, à une ligne de hauteurs qui va d'Arras au nord du Boulonnais, et c'est aux accidents géologiques constatés en différents points de cette ligne que, sans discuter suffisamment leur continuité, on a étendu ensuite le nom primitif. Il n'y a donc là, à vrai dire, qu'une première indication qui demanderait à être précisée ; et quant aux remarques de Godwin Austen sur l'épaississement ou l'amincissement des assises crétacées ou tertiaires, en face des points où la bande houillère se rétrécit ou s'épanouit, la portée en semble discutable. Lors donc que Godwin-Austen conclut qu'entre l'accident ancien et l'accident récent, il y a non seulement une coïncidence générale de direction, mais une coïncidence plus étroite dans les différents traits géologiques et dans les détails de la structure, on peut trouver la conclusion prématurée. La coïncidence n'est pas prouvée ; comme l'a dit M. Gosselet (*), c'est une hypothèse probable, si l'on veut, mais qui reste à démontrer par l'observation.

Il faut encore rappeler un argument indirect donné par Godwin-Austen, argument qui a produit une vive impres-

(*) *Annales Soc. Géol. du Nord*, t. XIX, 1891, p. 21.

sion en Angleterre, parce qu'il a amené l'auteur à prévoir les résultats d'un sondage profond, et que les résultats ont été conformes à ces prévisions. Si les anciens plis anticlinaux ont tendance à s'accentuer dans les époques subséquentes, ils ont dû en certains cas déterminer les lignes de rivage; par comparaison avec ce qui se passe le long de l'Ardenne et dans le Boulonnais, on peut alors prévoir que les dépôts wealdiens, si développés dans le sud de l'Angleterre, ne s'avancent pas loin vers le nord et ne doivent déjà plus exister sous la vallée de la Tamise. Cette conclusion devait d'autant plus être remarquée qu'elle semble en désaccord absolu avec les observations limitées aux affleurements d'Angleterre; les couches wealdiennes, tout le long de la ligne des North Downs, disparaissent avec toute leur épaisseur sous la falaise de craie. La confirmation ne s'en fit pas attendre; la même année, le sondage artésien de Kentish Town, à Londres, atteignit, au-dessous du gault, des grès rouges rapportés au dévonien, sans avoir rencontré ni wealdien ni jurassique. L'absence du jurassique avait été également, et pour les mêmes raisons, prévue par Godwin-Austen.

Cette confirmation des idées de Godwin-Austen ne peut guère, il est vrai, être considérée comme une preuve décisive en faveur de son principe, parce que les lignes de rivage ne dépendent pas seulement des plissements de l'écorce; il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer combien, dans la géographie actuelle, il y a de lignes de rivage obliques ou transverses aux lignes de plissement. On a donc beau jeu, là encore, pour dire que rien n'est prouvé et qu'il s'agit simplement d'une hypothèse. Il n'en est pas moins vrai que cette hypothèse réunit en sa faveur toutes les vraisemblances, que, si elle s'appuie seulement en réalité sur un petit nombre de faits précis, elle ne s'est montrée en contradiction avec aucun autre, et qu'elle a permis à son auteur de prévoir deux faits

importants, complètement inattendus et vérifiés depuis par des sondages : l'absence des terrains secondaires au-dessous de Londres, et la présence des terrains houillers en avant des North Downs. Il ne faut donc pas s'étonner si, malgré toutes les réserves, malgré le silence des traités didactiques, l'hypothèse est restée en faveur auprès de beaucoup de géologues et si elle a été souvent invoquée, aussi bien dans les spéculations théoriques que dans les projets de recherches.

Aujourd'hui d'ailleurs la situation a changé, et « l'hypothèse probable » se trouve entourée d'un si grand nombre de vérifications, que l'ensemble peut en être considéré comme une preuve irréfutable. D'abord un argument nouveau et très important a été mis en évidence par l'étude plus complète des plis paléozoïques et des ondulations tertiaires.

Concordance générale du réseau des plis anciens et du réseau des plis récents. — Pendant longtemps l'étude des différents massifs paléozoïques a été faite séparément, sans qu'on songeât à la possibilité de raccorder à distance les plis qu'on y constatait. La Bretagne et le Devonshire, le Plateau central, l'Ardenne, les Vosges, le Hartz, la Bohême, étaient considérés comme des unités distinctes, et les seuls rapports qu'on cherchât à établir entre eux étaient ceux de la composition des différentes assises. M. Suess, l'illustre professeur de Vienne, a montré le premier que ces massifs, aujourd'hui isolés, sont les témoins d'une même grande chaîne qui a accidenté le centre de l'Europe à la fin des temps primaires; cette chaîne était formée, comme le sont aujourd'hui les Alpes, par une suite de chaînons à peu près parallèles, c'est-à-dire de plis dont les axes se suivaient à peu de distance, s'alignant dans le même sens dans les parties à peu près rectilignes ou s'emboîtant les uns dans les autres dans

les parties plus sinueuses. Les portions connues de ces axes ou lignes directrices, si on les trace sur la carte d'Europe, suffisent à faire ressortir très nettement le dessin général de l'ensemble; ainsi, si l'on considère l'ouest de l'Europe, le sud de l'Angleterre correspond à l'Ardenne; les plis du sud de la Bretagne et de la Vendée vont s'épanouir dans le Plateau central, puis ils se relèvent vers le sud-est pour aller en partie rejoindre les Vosges et la Forêt-Noire. Les lacunes sont trop grandes sans doute pour qu'on puisse avec certitude suivre un pli déterminé sur toute la longueur de la chaîne; mais les données sont suffisantes pour un raccordement approximatif, et elles permettent, dans les parties recouvertes par les terrains plus récents, de prévoir non seulement quelle était la direction générale, mais quelles étaient les inflexions principales du réseau étudié. Plus le problème semble complexe, c'est-à-dire plus il y a de lignes directrices à raccorder, plus se restreint le nombre des solutions possibles; grâce au parallélisme général que les lignes de raccordement doivent affecter, les renseignements que l'on a sur chacune d'elles s'ajoutent les uns aux autres et déterminent presque sans ambiguïté l'allure d'une *ligne moyenne*, que toutes les autres devront suivre à plus ou moins grande distance.

Cette première donnée est précieuse, si incomplète et si peu précise qu'elle puisse d'abord sembler; on peut dire qu'elle a renouvelé nos notions, non pas sur la connaissance, mais sur l'interprétation de l'ancienne géologie de l'Europe. De plus, pour la question qui nous occupe, elle permet une comparaison d'ensemble avec le réseau des plis plus récents. Ces derniers peuvent s'étudier précisément sur les emplacements où les plis paléozoïques sont masqués et soustraits à l'observation. Mais cette étude n'est pas sans difficultés : d'abord, comme on le sait, ces plis sont très peu accentués, et l'on serait même

en droit de contester que le mot pli puisse s'appliquer convenablement à ces ondulations des couches qui, à part quelques exceptions, laissent à peine constater à l'œil un écart appréciable avec l'horizontalité primitive. De plus, les cultures et les terrains superficiels ne laissent que de loin en loin apparaître les couches en place; et enfin l'uniformité de la craie sur de grandes épaisseurs, jointe à la rareté des fossiles, ne permet que très difficilement d'y reconnaître et d'y suivre des horizons précis. Toutes ces difficultés ont été peu à peu surmontées, en grande partie grâce aux travaux d'Hébert, et dernièrement, il y a trois ans, M. Dollfus, en reprenant la question dans son ensemble, a pu pour la première fois, dans un travail justement remarqué, donner sur une carte au 1/1000000 un tracé général des ondulations de la craie dans le bassin de Paris (*).

M. Dollfus a pris, comme base de son étude, la surface formée par le sommet de la craie, celle sur laquelle se sont déposées les premières couches tertiaires. Cette surface ne correspond pas partout à une même assise, les terrains tertiaires reposant, suivant les points, sur des étages plus ou moins anciens de la craie; elle est le résultat de la dénudation de la craie par l'invasion progressive des mers tertiaires. Pratiquement on peut la considérer comme ayant été au début à peu près horizontale, et par conséquent ses ondulations actuelles indiqueront les mouvements subis pendant la période tertiaire. A l'aide des affleurements, et surtout à l'aide des renseignements fournis par les puits et sondages, M. Dollfus est arrivé à tracer les courbes de niveau de cette surface; ces courbes mettent en évidence une série de dépressions et de saillies, et leurs sinuosités des-

(*) *Bulletin des services de la Carte géologique*, n° 14, t. II, juillet 1890.

sinent en quelque sorte d'elles-mêmes les axes des plis, plus ou moins accentués, qui traversent tout le bassin. Quelques-uns de ces plis, comme celui du pays de Bray, le plus important de tous, déterminent des saillies considérables, avec une retombée presque verticale des couches, au moins sur un versant; d'autres n'amènent que des dénivellations de quelques dizaines de mètres, avec des pentes presque insensibles; mais le fait capital qui se trouve mis en évidence, c'est la continuité de ces accidents et leur ordonnance générale suivant une loi déterminée. Les axes se suivent parallèlement à faible distance, comme le font ceux des plis des régions montagneuses ou fortement plissées. Ce sont des plis en miniature, si l'on veut, mais disposés de la même manière que ceux des grandes chaînes, et l'on est en droit d'en conclure que, malgré la différence des détails et surtout malgré la différence d'échelle, c'est au même ordre de phénomènes qu'on a affaire dans les deux cas.

Et maintenant, si l'on compare ce schéma des ondulations du bassin parisien à celui des plis paléozoïques reconnus sur son pourtour, on voit que les lignes tertiaires ont précisément tout le long de leur parcours les directions qu'on aurait été amené à donner aux lignes de raccordement des plis paléozoïques. Il est vrai que la direction qui frappe d'abord est celle du pays de Bray et de la vallée de la Seine, c'est-à-dire une direction nord-ouest qui n'est ni celle des plis anciens de l'ouest, orientée en moyenne de l'est à l'ouest, ni celle des plis anciens de l'est, orientée plutôt vers le nord-est. Mais cette divergence apparente est sans valeur; car on ne compare pas ainsi des éléments *homologues* des différentes lignes directrices. Si l'on poursuit les axes tertiaires plus loin vers l'ouest, on les voit se dévier progressivement vers l'est et vers le nord-est : ainsi l'axe de la Seine et l'axe du Bray se détournent à peu près parallèlement à la

vallée de la Marne pour aller passer l'un au-dessus, l'autre au-dessous de Sézanne; plus au nord, les plis qui s'échelonnent au nord de la vallée synclinale de la Somme, deviennent est-ouest dans la région de Péronne et de Saint-Quentin pour s'infléchir vers le nord-est du côté de Guise et de Cateau-Cambresis. En d'autres termes, tous ces plis décrivent des courbes concaves vers le nord, qui entourent concentriquement la courbe semblable des bassins houillers. Cette courbe reproduit également, mais en l'atténuant, celle des plis paléozoïques qui entourent au sud le Plateau central. La direction de la Seine et du Bray, qui pouvait sembler d'abord une direction discordante, reproduit celle de l'extrémité de la bande houillère entre Bruay et Fléchinelle; elle doit aussi être rapprochée de celle des plis de la Vendée et de l'ouest du Plateau central. Enfin, pour ce qui est de l'infléchissement général vers l'ouest quand on approche de la Bretagne, il ne peut, il est vrai, se reconnaître sur la carte de M. Dollfus, parce que les tracés des plis n'ont pu encore être déterminés avec précision dans la région crétacée et jurassique qui borde le massif ancien (*); mais, en Angleterre, où les ondulations des terrains crétacés et tertiaires ont été étudiés avec le même soin qu'en France, la direction générale de ces plis est de l'est à l'ouest et conforme à celle des plis anciens de la côte. Il y a donc partout une dépendance étroite entre les plis anciens et récents; les uns comme les autres appartiennent à un seul et même réseau. Il est clair que ce rapprochement, s'appliquant non plus à un seul pli, mais à tout un système de plissements, crée une nou-

---

(*) J'ai essayé dernièrement (*Bull. Soc. géol.*, t. XX, p. 135 et suiv.) d'étudier la continuation de ces plis dans la Sarthe et dans l'Orne; il semble que de ce côté les axes, assez sinueux, oscillent autour de la direction est-ouest, comme le font d'ailleurs aussi ceux des terrains paléozoïques voisins.

velle et très grande probabilité en faveur de la loi de Godwin-Austen.

Pour aller plus loin, il faudrait faire pour chacun des plis ce que Godwin-Austen a pu faire pour celui des North Downs, le suivre jusqu'à la bordure ancienne et montrer que là il vient en contact et se raccorde avec un pli de même sens des terrains anciens. Malheureusement cette constatation est dans la plupart des cas très difficile : les terrains jurassiques qui viennent affleurer au contact des terrains anciens se relèvent assez rapidement vers l'ouest, et ce mouvement d'ensemble, indépendant du mouvement de plissement, en masque le plus souvent les effets; les différences de niveau d'une même couche et la direction des pendages ne peuvent être utilisées qu'avec réserves. De nouvelles études spéciales sur le terrain seraient nécessaires pour arriver à quelque conclusion certaine. Il faut faire exception pourtant pour un des plis les plus importants du nord de la Sarthe, le pli du Merlerault. Pour celui-là, M. Lecornu a montré récemment (*) que l'axe tertiaire prolongeait rigoureusement l'axe ancien.

Ainsi, pour résumer ce qui précède, et en se bornant aux points qui sont hors de discussion : le réseau des plis tertiaires s'ordonne parallèlement aux lignes directrices des anciens plissements, en suivant toutes leurs inflexions; et, pour les deux seuls plis anticlinaux qu'on ait encore pu tracer jusqu'à la bordure paléozoïque, il y a au contact rigoureuse coïncidence, en position et en direction, avec un pli anticlinal des terrains primaires.

Coïncidence rigoureuse des plissements secondaires et tertiaires. — Il me reste maintenant à examiner une série de nouveaux arguments fondés cette fois seulement sur

(*) *Bull. Soc. linnéenne de Normandie*, 4e sér., t. II, 1889.

l'étude des mouvements postérieurs à la période primaire. Je n'ai considéré jusqu'ici ces mouvements que dans leur dernier résultat, comme s'ils provenaient d'un phénomène unique. Or, ce phénomène de plissement n'a probablement pas été un mouvement brusque, et, en tout cas, n'a certainement pas été un mouvement restreint à un moment déterminé, ou même à une seule période de l'histoire géologique. On peut ainsi démontrer qu'il y a eu des mouvements très appréciables dans l'intervalle de temps assez court qui sépare nos derniers dépôts jurassiques de nos premiers dépôts crétacés; on peut faire la même démonstration pour l'intervalle compris entre les dépôts crétacés et tertiaires. Mais on peut aller plus loin; on peut, au moins pour certaines régions, isoler et étudier indépendamment de tous les autres les mouvements produits à ces époques bien déterminées; on trouve ainsi que ces mouvements, quoique peu accentués, ont donné lieu à de véritables plissements, et que les axes ainsi formés *coïncident rigoureusement* soit avec ceux des plis plus récents, soit avec les axes résultant de la superposition de tous ces mouvements. En d'autres termes, pour toute la durée des périodes secondaire et tertiaire, les plis de l'écorce terrestre, dans les bassins de Paris et de Londres, se sont constamment formés et reproduits aux mêmes places. Après ce qui précède, la part de l'hypothèse reste alors bien faible pour étendre la même conclusion à la formation des plis paléozoïques.

Étude spéciale des périodes de transgression marine. — Les périodes que je viens de citer comme permettant d'étudier à part une phase déterminée des mouvements du sol ne sont pas choisies arbitrairement; ce sont celles où il y a eu dans nos régions de grandes transgressions marines, c'est-à-dire celles où la mer, après avoir abandonné le pays, est venue l'occuper de nouveau. La pos-

sibilité d'une étude particulière est alors fondée sur ce fait que la mer, dans son mouvement d'avancée progressive, ronge ses bords et aplanit l'ancienne surface du sol; à cette surface plus ou moins accidentée par les mouvements antérieurs ou par les érosions atmosphériques, elle substitue, comme je l'ai dit plus haut, la surface à peu près horizontale *d'une plaine d'abrasion marine*. Le fond de la nouvelle mer, si on pouvait l'observer, représenterait donc à peu près *une coupe horizontale* des terrains plus anciens. La carte géologique du fond de cette mer permettrait par conséquent de se faire une idée de l'allure générale des couches qui le formaient, de la même manière qu'une carte géologique actuelle permet de se faire une idée de la géologie d'un pays; plus facilement même, puisque le fond étant plat par hypothèse, il n'y a pas à tenir compte du relief du sol et des complications qu'il introduit dans les affleurements. Les plis anticlinaux y seront dessinés par des bandes d'affleurement de terrains plus anciens ou par des indentations saillantes de leurs contours; les plis synclinaux y seront de même dessinés par des bandes de terrains plus récents; et enfin, si les couches, avant l'abrasion, n'étaient pas plissées, mais seulement relevées en masse vers un massif saillant correspondant à l'ancien rivage, les affleurements se présenteront en bandes parallèles dont les contours suivront parallèlement cet ancien rivage. Le problème se ramène donc à reconstruire ces cartes géologiques des anciens fonds de mer, et il est facile de voir qu'on possède souvent les éléments nécessaires à cette reconstitution.

En effet, pour déterminer les contours d'un étage particulier, il suffit de connaître les points où les dépôts de la nouvelle mer se sont faits sur cet étage; partout où l'étage affleurait, ce dépôt a eu lieu, et partout où le dépôt a eu lieu, c'est que l'étage affleurait, que ses cou-

ches formaient le fond de la mer. Cela est évident, et il n'est pas moins évident que ces points sont encore maintenant ceux où les nouvelles couches reposent sur cet étage. Pour obtenir la carte géologique de l'ancien fond de mer, il suffit donc de distinguer et de limiter les surfaces suivant lesquelles les couches transgressives reposent sur les différents étages plus anciens. Les données nécessaires seront fournies par les cartes géologiques actuelles; il est vrai que ces données ne seront suffisantes que lorsque les couches transgressives auront été profondément découpées par la dénudation de manière à laisser apercevoir les terrains sous-jacents et à montrer de nombreux contacts des deux systèmes. Cette condition est assez souvent réalisée sur les bords du bassin de Paris, pour qu'on puisse obtenir ainsi des résultats intéressants et en généraliser les conséquences.

J'ai exposé ailleurs (*) plus en détail le principe et les applications de cette nouvelle méthode; je me contenterai de reproduire ici les développements relatifs aux deux exemples les plus rapprochés des bassins houillers, celui du Boulonnais et celui de la région crétacée située entre Saint-Quentin et Bapaume.

Boulonnais. — La petite région naturelle du Boulonnais est, comme on sait, formée par des affleurements jurassiques, entourés de tous côtés par une falaise semicirculaire de craie. Sur les couches jurassiques, on trouve de place en place des lambeaux plus ou moins étendus de sables et d'argiles, qui sont les témoins de la première invasion de la mer crétacée. Ces lambeaux reposent indifféremment sur tous les étages jurassiques, et un coup d'œil sur la carte géologique ci-contre (*fig.* 1) montre, comme l'a

(*) *Continuité du phénomène de plissement dans le bassin de Paris* (*Bull. Soc. géol.*, t. XX, p. 118, 1892).

fait remarquer M. Douvillé dans la légende de cette carte, que le crétacé repose sur des terrains de plus en plus anciens, à mesure qu'on se rapproche des pointements paléozoïques de Ferques et d'Hardinghen. Le même phé-

Fig. 1. — Carte géologique du Boulonnais.

nomène a été constaté sur toute la bordure méridionale de l'Ardenne, et on peut en conclure que l'Ardenne, prolongée jusqu'au nord du Boulonnais, s'est soulevée à la fin de la période jurassique, en relevant les terrains

déposés sur son bord méridional. La mer crétacée, en revenant, a, comme je l'ai expliqué tout à l'heure, rasé les têtes de ces couches relevées, et, par conséquent, si l'on n'avait à tenir compte que de ce mouvement de relèvement, on devrait s'attendre à trouver que les affleurements des anciens terrains jurassiques formaient, au fond de l'ancienne mer crétacée, une série de bandes parallèles au bord de l'Ardenne.

Pour reconnaître si c'était bien là, au moins dans le Boulonnais, l'allure des affleurements, il faut, comme je viens de l'expliquer, étudier avec plus de précision sur quelles couches reposent en chaque point les lambeaux crétacés. On voit d'abord, en prenant l'étage le plus récent, c'est-à-dire le portlandien supérieur, que cet étage ne leur sert de substratum que dans deux petites aires limitées, au nord et au sud de Boulogne. Partout à l'entour, le crétacé repose sur des terrains plus anciens; c'était donc à ces deux surfaces qu'était limité l'affleurement du portlandien supérieur au fond de la mer crétacée.

Pour déterminer avec plus de précision les contours de ces deux surfaces, on peut remarquer qu'elles doivent embrasser tous les points où existe le portlandien supérieur, recouvert ou non; car là où existe maintenant cet étage, il existait à plus forte raison au début de l'époque crétacée, et par conséquent les dépôts crétacés n'ont pas pu se faire sur des étages plus anciens. De plus, la limite cherchée doit évidemment passer par les points où le crétacé recouvre la limite du portlandien supérieur et du portlandien inférieur. En joignant ces points par la ligne la plus simple possible, assujettie seulement à embrasser à son intérieur tous les affleurements du portlandien supérieur, on obtient le contour cherché. Le contour ainsi obtenu est probablement un *contour simplifié*: la méthode suivie a pu en effet avoir pour résultat de

substituer, dans les parties où les points de repère sont un peu espacés, des éléments rectilignes à des éléments en réalité plus sinueux ; mais cela ne diminue en rien la certitude des résultats qui pourront se dégager au sujet des ondulations des couches. La conséquence de la simplification des contours peut être seulement de ne mettre en évidence qu'une partie de ces ondulations.

En appliquant la même méthode au portlandien inférieur, on trouve que son contour enveloppait le précédent, en reproduisant à peu près des sinuosités analogues ; et en continuant ainsi pour les étages successifs, on arrive à tracer la carte qui est reproduite ci-contre (*fig.* 2). Cette carte est, je le répète, la carte géologique du fond de l'ancienne mer crétacée ; et comme ce fond était à peu près horizontal, elle nous fournit en même temps une coupe horizontale des terrains, dans la position où ils se trouvaient à cette époque.

On y voit immédiatement que la descente régulière des terrains, à partir de la saillie paléozoïque, était interrompue par des failles en échelon, dont je ne m'occuperai pas ici ; on voit de plus que les sinuosités des contours indiquent une double ondulation, indépendante de ce mouvement de descente. Une coupe à peu près nord-sud par Boulogne montre deux dépressions principales (celles où le portlandien supérieur a été conservé), séparées par une voûte de portlandien inférieur. Une autre coupe parallèle, un peu plus à l'est, reproduit ces deux dépressions un peu moins accentuées, et en accentue au contraire une troisième un peu plus au nord, près d'Offrethun. Enfin une troisième coupe nord-est, prise au-dessus de Desvres et de Samer, montre deux voûtes d'astartien, séparées par une dépression kimmeridgienne, qui correspond évidemment à celle du nord de Boulogne. Cette dernière dépression, entre Desvres, Baincthun et Wimille, s'accuse de la manière la plus nette, et ne peut

s'expliquer que par un pli synclinal, formé entre le dépôt des dernières couches jurassiques et celui des premières couches crétacées. Quatre autres ondulations, quoique marquées sur un moindre parcours, tendent à s'aligner



Fig. 2. — Boulonnais. Carte géologique du fond de la mer crétacée.

parallèlement à la première ; on voit donc avec évidence que les terrains jurassiques, indépendamment de leur relèvement général vers le nord-est, *ont été plissés* dans la période de temps relativement très courte qui sépare

les derniers dépôts portlandiens des premiers dépôts crétacés. Les axes de ces plis peuvent se tracer sans ambiguïté et avec une grande approximation, au moins pour les trois plis médians; l'un, le pli synclinal, va, comme je viens de le dire, de Wimille à Bainctbun et à Desvres; les deux autres, les plis anticlinaux qui le bordent, vont respectivement: du nord de Wimille à Pernes et Crémarest, et des environs de Boulogne à ceux de Long-Fossé.

Même si on ne s'était pas, comme je le fais, posé le problème *a priori*, on serait amené naturellement à comparer ces plis aux plis plus récents ; en effet, les axes de ces plis viennent, à deux de leurs extrémités, coïncider avec les deux accidents les mieux connus et les mieux caractérisés du Boulonnais, le pli de la Crèche, si bien marqué dans les falaises au nord de Boulogne, et le pli médian de la haute vallée de la Liane. Cette coïncidence est-elle locale et fortuite, ou se poursuit-elle sur tout le parcours des plis ? Pour résoudre la question, il faudrait avoir le tracé des plis qui accidentent *actuellement* les terrains jurassiques ; or ces plis ne s'accusent pas avec netteté par le seul examen de la carte géologique.

Ils se reconnaissent au contraire très bien si l'on étudie la surface topographique formée par la base des couches crétacées. A vrai dire on transforme ainsi un peu le problème : cette surface était horizontale au moment du dépôt ; la forme actuelle n'indique donc que les mouvements subis depuis ce dépôt, sans tenir compte des mouvements antérieurs. Mais ce sont précisément ces mouvements plus récents qu'il importe maintenant de connaître. Notre première étude nous a permis d'éliminer l'influence des mouvements post-crétacés ; cette seconde étude élimine les mouvements anté-crétacés. Ce sont donc deux séries de mouvements distincts et indépendants qu'on pourra ainsi comparer entre eux.

La surface topographique de la base des terrains cré-

tacés a été établie en traçant d'abord les courbes de niveau de la surface actuelle du sol (à l'aide des hachures de la carte d'état-major et des courbes de niveau de la nouvelle carte au 1/200.000); ces courbes permettent de déterminer très approximativement les cotes des différents points de la bordure des îlots crétacés; et vu le grand nombre de ces îlots, les courbes de niveau de la surface cherchée peuvent s'en déduire assez exactement. Je n'ai jamais essayé de me dissimuler que ce travail, résultant d'une interprétation combinée de la carte topographique et de la carte géologique, était sujet à revision et pouvait renfermer des erreurs de détail. Tel qu'il est cependant, je crois qu'il peut donner une idée vraie, au moins des traits principaux.

On remarque immédiatement sur la carte ainsi obtenue (*fig.* 3, p. 31), deux grandes saillies médianes, l'une correspondant au massif paléozoïque, l'autre, beaucoup plus étendue, embrassant toute la partie centrale du Boulonnais, autour du Mont-Lambert et de la forêt de Boulogne. Ces saillies indiquent un mouvement général d'exhaussement, la formation d'une sorte de dôme (*), qui, quel que soit son âge, semble avoir été indépendante des phénomènes de plissement. Nul indice d'une saillie semblable sur le même emplacement, n'existait, même à l'état d'ébauche, à la fin de la période jurassique, ainsi que le montre la carte géologique du fond de la mer crétacée.

Mais en dehors de ce mouvement d'ensemble, qui à première vue, masque un peu tous les autres, on remarque que les différentes courbes de niveau qui entourent ce dôme central, montrent une série de saillants et de rentrants, indiquant ainsi l'existence d'une série d'ondulations qui traversent toute la région. Ces ondulations

(*) Voir, sur la théorie des dômes, le mémoire cité (*Bull. Soc. géol.*, t. XX, p. 131).

sont la trace du phénomène de plissement qui s'est superposé à la formation du dôme ; on comprend bien ainsi comment elles sont si imparfaitement indiquées sur la carte géologique, et quoique elles ne produisent en chaque point qu'une composante, souvent même petite, du pendage observable dans les couches, les axes peuvent s'en tracer sans difficulté. Or les axes ainsi obtenus coïncident *sur tout leur parcours* avec les axes précédemment déterminés. *Les plis plus récents se sont formés sur l'emplacement exact des plis anté-crétacés.*

On peut faire une autre remarque, que j'aurai plus loin l'occasion d'utiliser. On voit sur la carte, en même temps que ces plis dirigés à peu près N.-O. — S.-E., s'accuser un autre pli transversal qui les coupe perpendiculairement. C'est là un fait très général : dans tout le bassin de Paris, on constate, comme Hébert l'a indiqué le premier, qu'il existe, en dehors des ondulations principales de la craie et des terrains tertiaires, une seconde série d'ondulations de moindre importance, qui se disposent perpendiculairement aux premières. Le phénomène n'est d'ailleurs pas spécial au bassin de Paris, et l'on peut dire que tout réseau de plis à la surface du globe se complète par un réseau orthogonal.

Il serait très important de savoir si l'emplacement de ce second réseau reste fixe, comme celui du premier. Cela est très vraisemblable ; mais, à cause de la petitesse ordinaire de ces mouvements, la vérification est ordinairement très difficile. J'ai signalé pourtant (*) un certain nombre d'exemples où on peut la mettre en évidence ; mais jusqu'à nouvel ordre, si justifiée que paraisse l'hypothèse, elle n'est pas démontrée. Je ferai seulement observer que dans la carte du fond de la mer crétacée (*fig.* 2), les inflexions de la courbe qui limite le portlan-

(*) *Bull. Soc. géol.*, mémoire cité, p. 138, 143 et 159.

dien supérieur, au-dessus de Baincthun, semblent indiquer une légère amorce d'un ridement transversal, sensiblement à la même place que celui de la seconde carte.

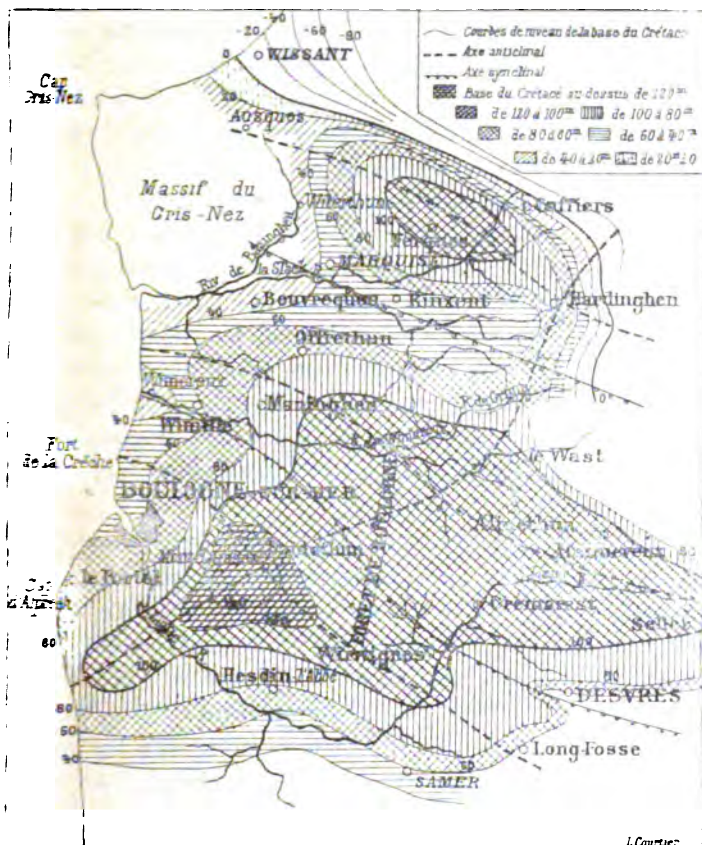


Fig. 3. — Boulonnais. Courbes de niveau de la base des terrains crétacés.

Cette vérification faite pour le Boulonnais est particulièrement importante au point de vue de la recherche de la continuation des synclinaux houillers, puisque c'est précisément autour de cette région que nous devons chercher la continuation de ces synclinaux. Avant d'en

pousser plus loin les conséquences, je passe au second exemple, celui de la région crétacée comprise entre Péronne et Saint-Quentin.

Région crétacée de Péronne et de Saint-Quentin. — Là, ce qu'on peut étudier par une méthode analogue, c'est le contact des terrains tertiaires et de la craie, c'est par conséquent l'allure des mouvements subis entre le dépôt de la craie et le retour de la mer tertiaire. Les sables tertiaires reposent indifféremment sur les diverses assises crétacées; en distinguant chacune des zones où une même assise forme le substratum de ces sables, on arrive de la même manière à reconstituer *la carte géologique du fond de la mer tertiaire.* Je n'ai pu faire ce travail que grâce aux renseignements qui m'ont été fournis par M. Cayeux, à la suite d'une étude très détaillée de la région; c'est également grâce à cette étude (*) que j'ai pu établir une comparaison entre l'allure anté-tertiaire et l'allure actuelle des couches.

Au-dessus de Péronne, entre Bray-sur-Somme et Étuves, on trouve une bande étroite, dirigée de l'est à l'ouest, le long de laquelle la craie supérieure (craie à Bélemnitelles) a été conservée; tout autour de cette bande, le tertiaire repose sur les couches à *Micraster cor-anguinum* et *M. cor-testidunarium;* cette bande correspond donc à une ancienne cuvette, dont les bords ont été rasés par le retour de la mer tertiaire. Les couches à Bélemnitelles se retrouvent encore, limitées de la même manière, auprès de Doullens, au sud de Péronne et à l'ouest de Ribemont. Les sables tertiaires reposent au contraire sur des étages plus anciens, sur la craie à *Micraster breviporus* (sommet du turonien), près de Guise

(*) *Ondulations de la craie sur la feuille de Cambrai,* par M. Cayeux (*Bull. Soc. géol. du Nord,* t. XVII, p. 71).

et du Cateau-Cambresis, et même sur les marnes à *Terebratulina gracilis* au nord-est de ce dernier point. Les nombreux points où M. Cayeux a pu déterminer avec précision les conditions de gisement des sables tertiaires, permettent de limiter assez exactement ces différentes aires de superposition.

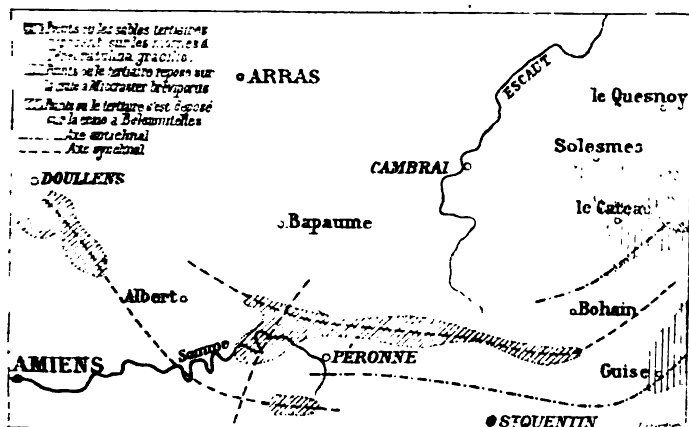


Fig. 4. — Artois. Carte géologique du fond de la première mer tertiaire.

La carte ainsi obtenue (*fig.* 4) montre à l'ouest l'amorce de deux anticlinaux, dirigés vers le sud-ouest, au centre l'existence d'un synclinal est-ouest, suivi au sud par un second pli synclinal, qu'on peut sans hésitation raccorder à celui de Doullens, et qu'on voit ainsi remonter vers le nord-ouest. En admettant que, là comme partout, les plis se suivaient parallèlement, ces données sont suffisantes pour reconstituer l'allure générale et la position très approximative des plis formés entre le crétacé et le tertiaire. Ces plis, on le voit, suivent parallèlement à à distance la courbe, bien connue, concave vers le nord, que dessine la bande des bassins houillers.

Depuis le dépôt des couches tertiaires, la région a été soumise à de nouveaux mouvements ; elle avait peut-être

subi des mouvements plus anciens entre le turonien et la fin du crétacé. L'allure actuelle du sommet de la craie glauconieuse (couche à *Micraster breviporus*), résultant de la superposition de ces différents mouvements, a été étudiée directement par M. Cayeux. Si tous ces mouvements se sont répétés suivant les mêmes lignes, leur résultante générale doit mettre en évidence les mêmes axes que chacune des composantes; les lignes de ridement anté-tertiaire doivent coïncider avec les lignes de ridement actuelles. C'est ce qui arrive en effet, avec de très légers écarts qui s'expliquent tous par la difficulté de déterminer avec précision, dans des ondulations à très grande courbure, les points les plus hauts et les plus bas. D'après M. Cayeux, on aurait pu, sans contredire aucune donnée précise, aussi bien choisir mes tracés que ceux auxquels il s'est arrêté. En d'autres termes, la vérification est aussi complète que l'état actuel des observations et la précision des données permettaient de l'espérer.

Autres vérifications sur la bordure des bassins de Paris et de Londres. — La région de Péronne est la seule sur laquelle j'ai pu faire cette vérification pour les ridements formés entre le crétacé et le tertiaire; il faut en effet, pour reconnaître et délimiter les zones successives de la craie, une étude très minutieuse qui n'est achevée et publiée qu'en peu de points. Mais il n'en est pas de même pour la période comprise entre le jurassique et les premiers dépôts crétacés. Les cartes existantes permettent, partout où les contours géologiques de la base du crétacé sont assez découpés, d'appliquer la même méthode. Je l'ai fait pour le sud et l'ouest du bassin de Paris (*), et partout j'ai pu montrer les mêmes coïncidences. J'ai

(*) *Bull. Soc. géol.*, t. XX, mémoire cité.

poursuivi l'étude dans le bassin de Londres, et là encore les plis récents suivent l'emplacement des plis du début du crétacé. En face de tant d'exemples concordants et répétés, on ne peut parler de coïncidences fortuites : pendant toute la durée des périodes secondaires et tertiaires, les ridements de la surface se sont, dans nos régions, reproduites aux mêmes places. Ce réseau de ridements parallèles concorde d'ailleurs avec celui des plis paléozoïques en suivant toutes leurs inflexions. Partout où la constatation est possible, il y a coïncidence et raccordement des plis récents et des plis anciens.

Étude de la surface du sol primaire au-dessus du bassin houiller du Nord. — Pratiquement c'est cette coïncidence des plis récents et des plis anciens qui est le résultat le plus important à établir, et c'est aussi celui en faveur duquel les preuves, quoique suffisantes à mes yeux, sont pourtant jusqu'ici les moins nombreuses. La raison en est dans ce fait que, par la nature même des choses, les uns et les autres peuvent rarement s'observer aux mêmes places ; on peut seulement constater qu'ils aboutissent aux mêmes points avec la même direction ; mais, au moins par les méthodes précédentes, on ne peut pas suivre effectivement la concordance sur un long parcours. Le bassin houiller du Nord offre des conditions plus favorables, parce qu'on y connaît l'allure des couches anciennes par les travaux souterrains, en même temps qu'on peut étudier directement à la surface celle des couches récentes. Il y a donc là un champ d'études qui s'offre naturellement à l'esprit comme pouvant fournir de précieuses vérifications. En d'autres termes, avant de se servir des ondulations de la craie pour déterminer la prolongation des cuvettes houillères, il importe d'examiner dans quelle mesure ces ondulations coïncident avec les plis houillers pour la partie où les cuvettes sont explorées et connues.

On se heurte tout d'abord, il est vrai, à une grosse difficulté : les ondulations de la craie au-dessus du bassin houiller n'ont pas fait l'objet d'une étude spéciale, et, à cause de leur petitesse et du développement des alluvions, il y a peu d'espoir qu'on puisse les reconnaître avec une précision suffisante. Mais on peut aborder et résoudre la question en substituant à l'étude de la surface d'une des couches de la craie, celle de la surface sur laquelle repose le crétacé, c'est-à-dire de la surface des terrains primaires. Cette surface représente une ancienne surface de dénudation marine, et ses irrégularités actuelles, aussi bien que celles d'une des couches de la craie, sont dues, en grande partie au moins, aux mouvements postérieurs qu'elle a subis.

On pourrait objecter que la dénudation n'a pas eu lieu en même temps pour tous les points, et que par conséquent il n'y a pas eu, à proprement parler, dans ce cas, une plaine, ou au moins une plaine unique, de dénudation marine ; mais au fond, cela importe moins qu'on ne pourrait supposer. Le dessin des plis, toujours formés aux mêmes places, ne peut pas en être altéré ; la surface étudiée ne conserve, en chaque point, la trace du phénomène de plissement qu'à partir du moment de la dénudation ; il est donc possible que cette trace soit moins accentuée au-dessus des surfaces plus récemment dénudées ; elle n'en doit pas moins s'accuser d'une manière continue par des sinuosités correspondantes des courbes de niveau. La seule cause d'erreur serait due aux mouvements d'oscillation qui ont pu se produire entre les différentes phases de la dénudation. Mais la part de ces mouvements *antérieurs* n'est pas plus difficile à distinguer que celle des mouvements *postérieurs ;* le problème est toujours de reconnaître, dans les inégalités des courbes de niveau, celles qui sont dues à des mouvements d'autre nature. Ce problème peut être malaisé et, même dans

certains cas, impossible à résoudre avec certitude; mais il l'est autant pour la surface topographique d'une couche que pour celle de la surface du sol primaire. Le point important, dans un cas comme dans l'autre, est d'avoir des courbes de niveau exactes et rapprochées.

Il y a une seconde objection plus sérieuse. Cette surface des terrains anciens, avant d'être exposée à la dénudation marine, l'a été pendant longtemps à la dénudation atmosphérique; il a donc pu s'y creuser des vallées, dont les traces n'ont pas été nécessairement effacées et qui peuvent y dessiner des lignes de dépression, indépendantes de celles des plissements. Mais, dans ce cas, on devra probablement trouver à la base du crétacé des dépôts fluviatiles; de plus l'observation apprend que ces inégalités du sol envahi sont en général nivelées par les premiers dépôts. Si ces anciennes vallées existaient, les sondages et les puits, en traversant le crétacé, auraient trouvé sur leur emplacement des couches spéciales, ou au moins les couches de base plus épaisses. C'est ce qui a lieu pour le torrent d'Anzin, mais rien de semblable n'a été signalé pour les autres points.

Enfin, les terrains paléozoïques sont, pour la plupart, des terrains durs et résistants; il est donc possible que le travail des vagues n'en soit pas venu partout à bout et qu'il soit resté des îlots saillants au-dessus de la surface dénudée. Cela n'est guère probable, ou du moins ces inégalités ne doivent pas avoir une grande importance, si l'on en juge d'après la forme des courbes de niveau. Cela est possible cependant, et c'est une cause d'erreur dont il faut tenir compte; c'est pour cela surtout qu'il est désirable que cette première étude soit confirmée par l'étude de la surface d'une des couches de la craie.

On peut donc conclure en somme que, si l'on arrive à interpréter d'une manière satisfaisante les courbes de niveau de la surface des terrains primaires, cette inter-

prétation devra mettre en lumière un phénomène de ridement, et permettra de comparer ces ridements récents aux plis du terrain houiller.

Les courbes de niveau de la surface du sol primaire ont été tracées par M. Potier sur la carte géologique au 1/80000, avec une équidistance de 50 mètres. L'examen de ces courbes montre à première vue, aux deux extrémités du bassin français, l'exacte coïncidence des dépressions récentes avec la cuvette houillère : au nord-est de Valenciennes, les courbes très rapprochées indiquent une cuvette très accentuée, désignée par M. Olry sous le nom de vallée de Vicq; la dénivellation du fond et des bords dépasse 150 mètres, et cette cuvette, qu'on peut suivre à l'est jusqu'au delà de Mons, coïncide sur tout son parcours avec la cuvette houillère. On remarque de plus, au sud de cette cuvette, une seconde inflexion des courbes de niveau (autour de Quarouble); cette cuvette secondaire est superposée au petit bassin de Dour.

Du côté de l'ouest, une inflexion très prononcée de la courbe (— 50) (Pl. II) indique de même une ondulation synclinale de la surface, située exactement au-dessus de la terminaison amincie de la bande houillère, entre Bruay et Fléchinelle. Il y a donc là un double exemple très net de la coïncidence des plis récents et des plis anciens. Il faut ajouter qu'un bombement bien marqué, entre Fauquembergue et Arras, accompagne de Fléchinelle à Liévin le bord de la cuvette houillère; mais il s'en sépare en ce dernier point pour continuer à peu près en ligne droite vers le sud-est.

Si maintenant on veut compléter ces premières indications et suivre les ondulations de la suface primaire dans les parties intermédiaires, la constatation devient plus difficile. En réalité, ces premières courbes de niveau, espacées de 50 mètres, ne montrent pas, dans l'intervalle en question, le tracé d'une série d'ondulations parallèles;

la surface du sol primaire semble une surface irrégulièrement *bosselée*, et non pas une surface *plissée*. En face de la dépression du N.-E. de Valenciennes, surgit un large plateau qui s'élève vers le sud-est et recouvre la partie la plus profonde de la cuvette houillère (Anzin et Denain). Ce plateau s'abaisse à l'ouest vers Arleux et paraît là interrompu par une dépression transversale qui se creuse à Douai à plus de 200 mètres au-dessous du niveau de la mer, et qui va rejoindre au nord-ouest la cuvette d'Hazebrouck. Cette dépression transversale coïncide à Douai avec la partie déviée de la cuvette houillère ; mais, pour le reste de son parcours, elle semble complètement indépendante des plis paléozoïques qu'elle coupe obliquement.

Je n'essaierai pas de discuter ici la raison de ces irrégularités apparentes ; il est clair cependant, d'après l'examen d'une carte d'ensemble (*), que le plateau signalé à l'ouest de Valenciennes est un des bords du *dôme* de l'Ardenne, dont M. Gosselet nous a fait connaître les nombreuses oscillations ; son existence est un fait indépendant des plissements, elle est le résultat d'un soulèvement régional. Ce qu'il importerait de connaître, ce sont les ridements qui sont venus s'y surajouter et accidenter le détail de sa surface. Quant à la dépression transversale de Douai qui, sur la carte de M. Gosselet, paraît se continuer jusqu'à Cambrai ; elle perd son caractère de continuité quand on relève les cotes connues sur son parcours. Je crois qu'en réalité elle correspond à la réunion factice de plusieurs accidents, les uns transversaux, les autres longitudinaux. Quoi qu'il en soit, il faut, pour étudier la question, serrer de plus près l'examen de la surface des terrains primaires ; les courbes de niveau prises de 50 en 50 mètres sont trop espacées pour mettre en évidence des plissements qui, s'ils existent, sont proba-

(*) Gosselet, *l'Ardenne*, Pl. I.

blement peu accentués; j'ai essayé de les tracer de 10 en 10 mètres.

On peut d'abord se demander si les données sont assez nombreuses et assez précises pour inspirer une sérieuse confiance dans le résultat d'un travail aussi détaillé. Les puits et sondages, mentionnés dans la *Topographie souterraine du Nord* de M. Olry, sont au nombre de plus de 200; sauf pour les sondages un peu anciens, la profondeur à laquelle les terrains primaires ont été atteints a dû être notée exactement et peut être acceptée sans réserve. Mais il faut de plus déterminer la cote à la surface; pour un assez grand nombre de puits, elle est donnée dans les planches détaillées de M. Olry. Pour les autres puits et pour les sondages, il faut se contenter de la carte d'État-Major.

A cause de la difficulté du repérage et du caractère parfois un peu schématique des hachures, l'erreur de ce fait peut quelquefois atteindre et dépasser 5 ou même 10 mètres. On ne peut donc espérer avoir des courbes tout à fait exactes, même dans les parties où les puits et sondages sont très rapprochés; mais, d'une part, les différences de cotes dont on a à tenir compte sont bien supérieures à 10 mètres, et de plus, s'il y a plissement, les sinuosités constatées dans une courbe de niveau doivent se retrouver parallèlement dans les autres; les différentes courbes, si on les trace indépendamment, se contrôlent donc en quelque sorte les unes les autres. En fait, comme cotes aberrantes sans lien apparent avec les voisines, ou indiquant de brusques dénivellations isolées, je n'ai trouvé que celles de quelques sondages, notamment le sondage premier de Somain (70 mètres, à côté du puits de la Renaissance qui donne 100 mètres); le sondage au nord-est de Moncheaux (80 mètres, au milieu de cotes 120 et 140), le sondage Q à l'est de Saint-Amand (60 mètres, au milieu de points à 40). Faute de contrôle possible, j'ai

accepté ces données au même titre que les autres ; elles ne modifient d'ailleurs pas d'une manière sensible l'allure générale.

Dans certaines régions, dans la concession de Vicoigne par exemple, les changements de cotes (portant sur des différences de 25 mètres) sont brusques et sans loi apparente ; les raccordements sont alors un peu arbitraires et les courbes rapprochées ne donnent qu'une précision illusoire ; mais dans la majeure partie des cas, par exemple dans les concessions d'Anzin et d'Aniche, les courbes s'emboîtent les unes dans les autres et dessinent alors des ridements, dont l'emplacement est déterminé avec une certitude bien plus grande que celle du tracé même des courbes. En d'autres termes, les erreurs de détermination des cotes sont d'un ordre inférieur à celui des dénivellations produites par les ridements, et, par conséquent, les résultats obtenus peuvent dans leur ensemble être considérés comme hors de contestation. Pour faciliter les vérifications, je donne, à la fin de cette note, un tableau général, par concession, des puits et sondages utilisés, en marquant, pour chacun d'eux, la profondeur à laquelle ont été atteints les terrains anciens, l'altitude de l'orifice. et la différence, qui donne la cote de la surface étudiée.

Mes courbes ont été tracées, pour les parties compliquées, sur des calques des cartes au 1/10000 de l'atlas de M. Olry, pour les autres sur la carte au 1/80000 ; elles sont ici (Pl. I) reportées à l'échelle de 1/150000 ; des figures différentes indiquent les régions au-dessus de la cote (— 60), choisie comme zéro auxiliaire, et les régions où cette cote n'est pas atteinte. Les signes — ont été supprimés en avant des cotes, trois d'entre elles seulement étant supérieures à zéro.

Un coup d'œil jeté sur la carte montre immédiatement que la surface est plissée : on voit d'abord, au centre, une grande ligne de dépression (pli de Vicoigne) qui reste

partout inférieure à la cote 80 et qui, partant de la cuvette profonde de Vicq passe au sud de la concession de Vicoigne. Dans la concession d'Anzin, les dépressions relatives ne dépassent guère 20 mètres; mais elles s'alignent d'une manière remarquable, au nombre de trois, parallèlement à la bordure du bassin (pli d'Aniche, pli de Denain et pli d'Azincourt); cette bordure correspond à un bombement qui la suit sur toute sa longueur depuis la Belgique jusqu'à Douai; enfin plus au sud, malgré les données moins nombreuses, on retrouve d'une manière presque continue la trace d'un dernier pli synclinal, amorcé auprès de Dour, comme je l'ai dit, par les courbes de M. Potier. Ce sont donc en réalité, sans parler des concessions de Fresnes et de Bruille, cinq plis synclinaux distincts qu'on peut suivre dans toute l'étendue de la carte.

Il faut maintenant rechercher les rapports de position de ces plis avec ceux des terrains anciens; on voit d'abord que l'allure générale en est bien la même que celle du bassin houiller, mais la concordance peut se poursuivre plus loin et se trouve être d'une remarquable précision.

En commençant par le nord, le pli synclinal de Vicoigne ne se trouve que dans cette concession au-dessus de travaux souterrains, qui ont reconnu un triple pli synclinal avec redressement brusque ou même léger renversement des flancs méridionaux (coupe *fig.* 5, p. 46); le pli récent coïncide en position et en direction avec le plus méridional de ces plis; au-dessus des deux autres se trouve la partie dont j'ai déjà parlé, où les courbes de niveau n'ont pu être déterminées avec assez de certitude pour fournir des indications utiles.

Le pli suivant (pli d'Aniche) se trouve, à l'ouest près d'Aniche et à l'est près d'Anzin, au nord du cran de retour; dans l'intervalle il passe au sud de cette faille. Si l'on se reporte à la carte des différentes zones du bassin

publiée par M. Zeiller (*), on voit que ce contour est presque exactement celui de la limite des zones B[1] et B[2], (régions inférieure et moyenne de la zone moyenne), en rétablissant la partie de cette zone qui est tronquée par le cran de retour. Il est vrai que pour suivre à l'est cette coïncidence, il faudrait faire remonter ce pli vers la fosse Thiers, en faisant également remonter plus au nord la partie correspondante du pli de Vicoigne; ce n'est pas ce qui est marqué sur la carte; mais dans cette partie, faute de documents, les courbes ont dû être dessinées un peu arbitrairement. Les données ne s'opposaient pas à cette solution; je n'ai pourtant pas voulu corriger la carte dans ce sens, pour ne pas affaiblir la portée des coïncidences certaines en essayant de les compléter par des coïncidences hypothétiques.

Quoi qu'il en soit, il y a dans les terrains paléozoïques indication d'un pli synclinal, au nord du cran de retour, dans les travaux de la fosse Thiers et dans ceux de la fosse Saint-Louis (concession de Raismes); plus à l'ouest, ce pli, s'il se continue, est rejeté en profondeur par le cran de retour; il reparaît, bien connu et bien accentué, dans les travaux de la région de Douai et de l'Escarpelle, affectant d'ailleurs le même faisceau de couches, et là, il coïncide avec le pli tertiaire. On peut donc dire que la coïncidence n'est interrompue que par la faille, cette faille, comme je l'ai remarqué pour les failles du Boulonnais, n'ayant pas rejoué en même temps que les plis.

Les deux plis suivants, pli de Denain et pli d'Azincourt, correspondent à la partie méridionale du bassin; il serait illusoire de vouloir chercher une coïncidence précise avec l'un ou l'autre des nombreux plis de cette partie du bassin, d'autant plus que le pli d'Azincourt n'est guère déterminé

(*) *Bassin houiller de Valenciennes, Description de la flore fossile*, par M. Zeiller, *fig.* 46, p. 692.

avec certitude que dans cette concession, où il reste en dehors des limites du bassin (prises au tourtia) ; cette dernière particularité s'expliquerait probablement parce que le pli ancien est là un pli couché, où les terrains dévoniens et carbonifères surplombent le centre de la cuvette houillère. Tout ce qu'on peut chercher, c'est une coïncidence d'ensemble, qui n'est pas contestable. Ces deux plis correspondraient au parcours de la zone B^2 de M. Zeiller (région supérieure de la zone moyenne).

Il est à remarquer que les plis d'Aniche et de Denain traversent et suivent la partie médiane du *torrent d'Anzin*. Les sables auxquels on a donné ce nom sont, comme on sait, des sables datant du crétacé inférieur, probablement fluviatiles, et, en tout cas, antérieurs au retour définitif de la mer crétacée dans la région. Il est naturel que ces sables aient été plutôt déposés, et surtout plutôt conservés dans une dépression synclinale (*).

Enfin, pour le cinquième pli, ou pli de Dour, j'ai déjà indiqué plus haut sa coïncidence du côté de l'ouest avec le petit bassin secondaire du même nom; du côté de Douai, il va, en dehors du bassin houiller, épouser la branche occidentale de la cuvette profonde de Douai. Une remarque est nécessaire au sujet de cette cuvette, à laquelle j'attribue une forme un peu différente de celle qu'avait indiquée M. Potier. Il existe notoirement, en effet, entre les deux points profonds de Dechy (fosse à 156^m) et de Férin (sondage à 176^m), une croupe saillante (sondages de Dechy et de Gœulzin à 124 et à 110^m, sondages de Roucourt et de Cantin à 125^m), et cette croupe, au milieu de laquelle le sondage de Roucourt

(*) Je ne parle pas ici des petits plis amorcés par les sinuosités de la courbe (40) au-dessus de Rœulx, autour des fosses Désirée, l'Éclaireur, la Naville et Saint-Mathieu. Ces sinuosités ne correspondent qu'à des différences de niveau de 1 ou 2 mètres, évidemment sans importance.

paraît même indiquer une dépression secondaire, fait face sans ambiguïté à l'ensemble des deux bombements si bien marqués, qui limitent au nord et au sud le pli d'Azincourt. De l'autre côté de la cuvette, près de Courcelles-les-Lens, on retrouve également deux dépressions (sondage d'Evin à 135^m et sondage 3e de Courcelles à 145^m), séparées par une saillie (sondage 2e de Courcelles à 105^m). Plus au sud, le sondage et la fosse d'Esquerchin, à 108 mètres, sembleraient même indiquer une troisième subdivision de la cuvette. Des quatre plis qui viennent y aboutir au sud-est, il y en aurait donc trois qui se retrouveraient du côté du Pas-de-Calais; en tout cas, il n'est pas douteux, d'après ces données, que la cuvette, au lieu de présenter une forme générale allongée du sud au nord, s'allonge en réalité du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire parallèlement à la bordure déviée du bassin. Il est d'ailleurs à noter que le pli de Vicoigne remonte également en même temps vers le nord-ouest (sondage de Flines à 134^m, et sondage n° 1 d'Ostricourt à 140^m). S'il n'y a pas quelque erreur pour les sondages de Moncheaux, l'un à 138 mètres, l'autre à moins de 80 mètres, le second de ces sondages indiquerait même la division de cette dépression en deux par un bombement médian, l'une qui se retrouve à la Neuville passant en dehors du bassin, et la seconde restant à l'intérieur.

Ainsi, le résultat de cette discussion est une coïncidence entre les plis anciens et récents, qui paraît se poursuivre jusque dans le détail et qui dépasse en précision tout ce qu'on pouvait attendre pour des phénomènes qui, par la nature complexe des résistances mises en jeu en chaque point, ne peuvent être astreints à des lois géométriques. La confirmation de la loi est éclatante et incontestable.

Pour mieux faire juger ces coïncidences, j'ai dressé une coupe de la surface primaire, avec hauteurs ampli-

fiées trente fois, et je l'ai superposée à une coupe des couches exploitées, pour laquelle l'échelle des hauteurs a été conservée la même que celle des longueurs (*fig.* 5).

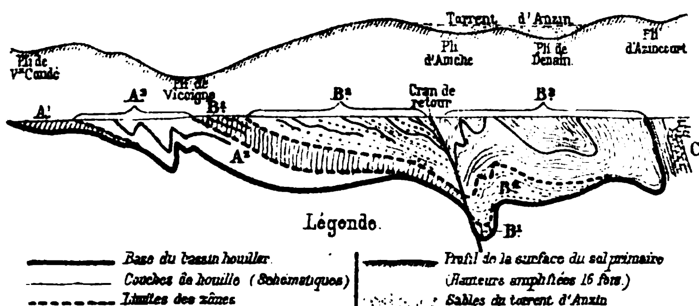


Fig. 5 — Coupes comparées du bassin houiller (hauteurs à l'échelle), et de la surface des terrains primaires (hauteurs amplifiées 30 fois).

A^1 Région infʳᵉ A^2 Région supʳᵉ	de la zone inférieure.	B^1 Région infʳᵉ B^2 Région moyⁿᵉ B^3 Région supʳᵉ	de la zone moyenne.	C Calcaire carbonifère.

La comparaison de ces deux coupes est instructive à un autre point de vue : elle montre comment la répétition des plis suivant les mêmes lignes n'a pas pour résultat la formation d'un relief *semblable*, d'une sorte de réduction à une échelle moindre des plis anciens. Cela tient d'abord à ce qu'il n'y a pas proportionnalité dans l'accentuation relative des différents plis superposés. Mais, de plus, la cuvette de Vicoigne apparaît comme un phénomène d'un autre ordre ; c'est en effet le bord de la cuvette de Vicq, pour laquelle un affaissement local se superpose au plissement, et dans laquelle viennent se réunir et se fondre quatre de nos cinq plis. Il en résulte que, pour une longueur notable, la pente générale des terrains récents est inverse de celle des terrains anciens, ce qui crée une divergence complète entre les deux profils. L'influence du phénomène de plissement n'en reste pas moins marquée dans l'allure des courbes de niveau, à cause surtout du parallélisme des ondulations ; mais

une partie de ses effets peut être presque complètement dissimulée dans une coupe, même très exacte. En d'autres termes, l'allure d'une couche récente peut être localement très différente de l'allure d'une des couches anciennes qu'elle recouvre en discordance, et la différence persiste même si, en amplifiant l'échelle, on tient compte de la petitesse relative des mouvements récents. Les seuls rapports qui persistent entre les deux systèmes sont des *rapports d'orientation.*

Je n'ai pu encore, n'ayant pas en main les documents nécessaires, poursuivre le même travail dans le Pas-de-Calais, mais je crois pouvoir dès maintenant, par l'examen des courbes de M. Potier, indiquer certaines conclusions qui intéressent la géologie du bassin. On peut voir, même sur les cartes à petite échelle (carte de France au 1/1000000), que la bordure septentrionale du bassin présente de nombreuses sinuosités, notamment près de Saint-Amand, d'Annœulin et de Béthune. Les parties où le calcaire carbonifère s'avance ainsi dans le bassin houiller représentent évidemment des amorces de plis anticlinaux des terrains anciens, du moins si l'on admet que la surface du sol primaire (ou surface d'abrasion) était primitivement horizontale; de même les parties où le terrain houiller forme pointe dans les terrains plus anciens, correspondent à des plis synclinaux. Or, dans le département du Nord, on voit déjà sur la carte (Pl. I) que le pli synclinal situé au nord de Vicoigne, ou pli de Vieux-Condé (dont je n'ai pas parlé jusqu'ici) vient aboutir près de Saint-Amand et sortir du bassin houiller précisément sur l'emplacement d'un de ces synclinaux; de même le plus septentrional des deux plis que j'ai indiqués comme correspondant au pli de Vicoigne sort du bassin houiller près de Marchiennes, dans la seconde de ces anses synclinales. Le tracé provisoire du second de ces plis, continué dans le Pas-de-Calais, indiquerait

qu'après avoir passé à Ostricourt, il irait sortir du bassin à Annœulin, tandis que le pli d'Aniche irait sortir au sud de Béthune. Il y aurait donc là encore une série de coïncidences dont l'importance n'est pas à dédaigner; mais surtout il y aurait, au point de vue de la structure du bassin, une conséquence précieuse à en tirer : c'est que le bassin houiller ne correspond pas à un pli unique, mais à une série de plis, *légèrement obliques à la direction moyenne de la bande houillère.* Cette remarque jette de plus un nouveau jour sur la transgressivité des couches houillères, signalée depuis longtemps par M. Potier (*). En effet, si l'on combine les données précédentes avec la carte de M. Zeiller, on voit que le pli de Vieux-Condé, ou mieux le pli anticlinal qui le limite au sud, correspondrait à peu près à la limite du faisceau anthraciteux (A^1 de M. Zeiller), le pli de Vicoigne suivrait la limite du faisceau maigre du Nord (A^2); le pli d'Aniche, qui serait aussi celui de Béthune, correspondrait, comme je l'ai déjà dit, à la limite des zones B_1 et B_2. En d'autres termes, ce sont nos mêmes plis, déjà esquissés avant le soulèvement houiller, qui auraient formé successivement limite à l'avancement progressif vers le sud des lagunes houillères. Il en résulte que, *dans une certaine mesure*, quand on connaît en un point par les empreintes l'âge de la zone houillère qui repose sur le calcaire carbonifère (ou mieux sur les derniers termes franchement marins), on peut conclure avec quelque probabilité quel est le pli sur la prolongation duquel ce point est situé. Le renseignement, par exemple, pourrait être précieux pour le Boulonnais, dont, malheureusement, la flore n'a pasencore donné d'indications précises. Il faut pourtant ajouter que ce renseignement ne devra jamais être accepté

(*) *Association française pour l'avancement des sciences*, 3ᵉ session, Lille, 1884.

qu'avec réserves, par ce qu'un pli qui forme rivage sur une partie de son parcours, ne le forme pas nécessairement sur tout ce parcours.

Je ne fais pour le moment qu'indiquer ces questions, qui pourront, avec d'autres, se discuter plus utilement quand l'étude du Nord aura été complétée par celle du Pas-de-Calais, et je me contente ici de retenir la conclusion principale ; *au-dessus du bassin houiller du Nord, les plis récents se sont en quelque sorte moulés sur les plis anciens.*

J'appellerai encore l'attention sur les irrégularités locales qu'on constate en certains points dans les courbes de niveau, et qui ne s'expliquent pas par les ridements précédemment étudiés. Ces irrégularités, notamment près de Douai, près d'Aniche et près de Château-l'Abbaye, marquent l'existence de plis transversaux, perpendiculaires aux plis principaux. Mais ce second système de plis est, d'une manière générale, beaucoup moins accentué que l'autre, et l'exactitude de nos courbes de niveau n'est plus suffisante pour le mettre en évidence. En quelques points seulement, où ces plis sont plus accusés, on peut en reconnaître l'amorce. A Douai, le phénomène se complique par l'existence de failles, dont une, figurée sur la carte, est mise en évidence par les cotes de la surface et correspond bien à l'accident de la fosse Gayant, reconnu par les travaux souterrains. Il est possible que là les différences de cotes et les irrégularités qu'elles accusent soient dues à une série de failles parallèles et non à un plissement transversal; mais il n'en est plus ainsi pour Aniche et pour Château-l'Abbaye : les fosses Traisnel et l'Archevêque (86 et 90^{m}), entre les deux dépressions de la fosse Fénelon (110^{m}) et de la fosse Sainte-Marie (203^{m}), indiquent clairement un plissement transversal; or, il est intéressant de trouver juste à la même place, dans le terrain houiller, une série de plis

transversaux, marqués par les sinuosités des affleurements des couches au tourtia. De même, près de Château-l'Abbaye, dans la concession de Wiers, la dépression transversale, descendant à 20 et 30 mètres, se trouve dans le saillant que forme vers le nord la bordure houillère, saillant qui, d'après la remarque précédente, correspond à un synclinal des terrains anciens. Ce ne sont là sans doute que des indices ; mais ils viennent à l'appui de ceux que j'ai déjà signalés en faveur d'une extension du principe aux plis du réseau orthogonal.

Objections et restrictions. — L'étude du bassin houiller du Nord est donc, de toutes celles que j'ai essayé de faire, à la fois la plus précise et la plus probante. Elle ne peut guère laisser de doutes sur la légitimité du principe de la reproduction des plis suivant les mêmes lignes.

On peut faire pourtant et l'on a fait une objection : si les ridements et les saillies qu'ils occasionnent vont toujours en s'accentuant aux mêmes places, si les cuvettes qui les séparent vont toujours en s'approfondissant, comment expliquer que les lignes de rivage, le long des mers, et les vallées sur les continents (*), ne suivent pas partout les axes de ces plis anticlinaux et synclinaux ?

Sans pouvoir traiter à fond ici ces questions trop générales, je dois indiquer sommairement les raisons de cette contradiction apparente : d'une part, il faut tenir compte des causes qui tendent à niveler les saillies et dépressions résultant du plissement, souvent presque au fur et à mesure de leur formation ; ces causes, intimement liées l'une à l'autre, et liées également, quoique d'une manière moins directe, aux mouvements du sol, sont la dénuda-

(*) Voir, en ce qui regarde les vallées, *C. R. sommaire du Bull. Soc. géol.*, 1892, p. XCII.

tion et la sédimentation. D'autre part, les mouvements de plissement ne sont pas les seuls qui affectent l'écorce terrestre : la géologie nous montre, à presque toutes les époques, des preuves d'affaissements ou de soulèvements régionaux, et la formation, à côté des lignes allongées de ridements, de dômes ou de cuvettes à contours elliptiques. Les géologues américains ont même donné des noms différents à ces deux catégories de phénomènes, et ils distinguent ainsi les mouvements *orogéniques* (qui forment les montagnes), et les mouvements *épeirogéniques* (qui forment les continents). Ces derniers peuvent se rapprocher de ceux que, dans l'étude des causes actuelles, on désigne sous le nom d'*oscillations séculaires;* nous en avons vu deux exemples dans ce qui précède : le soulèvement de l'Ardenne après le Jurassique, et le bombement du Boulonnais après le Crétacé. On pourrait citer encore l'affaissement, probablement beaucoup plus récent, du bassin de la mer du Nord. Ce sont les combinaisons de ces deux sortes de mouvements qui déterminent les lignes de rivages ; et, en fait, ces lignes de rivages suivent les lignes de plissement pour une moitié à peu près des Océans (*facies pacifique* de M. Suess, tandis qu'elles en sont indépendantes pour l'autre moitié (*facies atlantique*). Il faut ajouter aussi que les oscillations séculaires, ou mouvements épeirogéniques, ne se produisent pas, comme les plissements, toujours aux mêmes places, mais que leur position au contraire se montre essentiellement variable ; c'est ce qui explique l'incessante modification des lignes géographiques aux diverses époques.

Influence des déplacements horizontaux. Plis couchés. — Enfin il convient de faire une dernière remarque qui est d'une grande importance pour les applications. Si précise que paraisse la loi énoncée, de la répétition des

plissements aux mêmes places, elle ne peut pas être toujours d'une application précise quand il s'agit de plissements très énergiques. En effet, la caractéristique de ces plissements énergiques, de ceux qui ont produit les chaînes de montagnes, est l'importance des déplacements horizontaux. La plupart des plis ont été couchés dans un sens déterminé; quelques-uns même sont rabattus horizontalement. Or, dans tout ce qui précède, on a déterminé l'emplacement des plis par la position de leur *axe*, en se servant de l'expression courante et partout usitée. En réalité, cette expression n'a de sens que lorsqu'il s'agit d'un pli droit ou pli symétrique par rapport à une surface verticale. L'axe du pli est alors l'intersection de cette surface axiale avec la surface du sol et sa position est indépendante du degré de dénudation. Mais s'il s'agit d'un pli couché, la surface axiale est inclinée; son intersection avec le sol est une ligne sinueuse qui peut suffire à indiquer la direction moyenne du pli; mais elle n'occupe pas par rapport à l'ensemble du pli une position définie et par conséquent ne peut en préciser l'emplacement. En prenant un exemple schématique (*fig.* 6), il n'y a pas plus de raison pour définir la position du pli anticlinal par celle de la charnière anticlinale de la couche *a* plutôt que par celle de la couche *c*; l'intersection de la surface axiale avec le sol, incessamment variable avec le degré de dénudation, peut coïncider avec l'un ou l'autre de ces points, dont la distance horizontale peut être de plusieurs kilomètres. De même pour le pli synclinal αβγδ. La seule ligne directrice ayant une signification précise serait celle qu'on obtiendrait en considérant la partie des

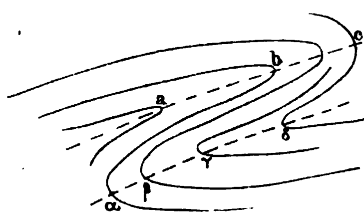


Fig. 6.

surfaces axiales qui, en profondeur, redevient verticale ; mais d'abord cette partie n'est pas ordinairement observable et de plus rien ne prouve que les plis subséquents se formeront à l'aplomb de cette ligne. Il y a indétermination et, en quelque sorte, indétermination nécessaire ; tout ce qu'on peut dire, c'est que les cas où cette indétermination porte sur plusieurs kilomètres sont des cas exceptionnels.

Failles de décrochement. — Une autre conséquence des déplacements horizontaux est l'existence de *failles de décrochement* ; si ces déplacements sont inégaux pour les différentes parties de la masse mise en mouvement, il y aura rupture, il se produira une faille, de même qu'il s'en produit une quand des compartiments voisins de l'écorce sont inégalement élevés ou affaissés. Le glissement suivant la paroi de faille a toujours lieu dans le sens du mouvement, c'est-à-dire qu'il est vertical dans un cas et horizontal dans l'autre. On connaît de nombreux exemples incontestables de ces failles de décrochement, et, quoique, dans ces derniers temps, on y ait peut-être eu trop souvent recours, c'est un phénomène dont il faut toujours prévoir la possibilité dans un pays de plis énergiques. Quelquefois, au lieu de déchirement et de véritable faille, il y a seulement torsion brusque dans la direction des plis ; mais au fond le résultat est le même : les plis qu'on a suivis d'un côté de l'accident se retrouvent dans le même ordre de l'autre côté, mais reportés tout d'une pièce de plusieurs centaines de mètres ou de plusieurs kilomètres en avant. Un semblable déplacement se retrouvera-t-il alors dans les plis postérieurs ? *A priori*, on peut dire qu'il n'y a en aucun cas de raison pour que ce soit sous forme de faille ; mais on peut se demander si ces nouveaux plis montreront aussi une inflexion au même point ou s'ils continueront leur trajet

sans être influencés par l'accident ancien? Même en admettant sans réserves la loi de Godwin-Austen, même en essayant de la rattacher à des idées théoriques sur la déformation de l'écorce, on ne voit aucun moyen de faire à ce sujet la moindre prévision dans un sens ou dans l'autre. L'observation seule pourra décider quand on aura des données pour étudier un nombre suffisant de cas particuliers.

Nous avons vu plus haut que, dans le cas du décrochement du bassin houiller auprès de Douai, les plis récents continuent à suivre les plis anciens. Il est vrai que là je crois qu'il y a plutôt une simple déviation des plis, et que l'exemple n'autorise pas alors à tirer de conclusions pour le cas d'un véritable décrochement par faille. Il est assez remarquable que le bombement plus méridional qui correspondrait à l'axe du Condros et que j'ai déjà signalé entre Fauquembergue et Arras, ne semble pas participer à cette déviation, et qu'il suive la corde des courbes formées par les plis plus septentrionaux. Mais, comme on ne connaît pas dans cette partie l'allure des plis paléozoïques, il n'y a pas de conséquence à en tirer.

En tous cas, s'il était permis de s'en rapporter à cet exemple, on serait amené à penser que les décrochements n'interrompent que momentanément la superposition des plis et que, même dans le cas de cette complication exceptionnelle, le tracé du pli récent continue à jalonner dans son ensemble le tracé du pli ancien auquel il est superposé.

Conclusions. — En résumé, les conclusions de cette étude théorique sont les suivantes : Les plis de l'écorce terrestre se reproduisent toujours aux mêmes places. Il ne s'agit pas seulement d'une *tendance* à occuper les mêmes emplacements, mais d'une véritable loi qui, pour

les bassins de Paris et de Londres au moins, doit être considérée comme établie avec certitude. Cette loi est démontrée pour les plissements secondaires et tertiaires, et l'étude du bassin houiller du Nord permet de l'étendre, avec une précision au moins égale, aux plis paléozoïques.

La même loi semble s'appliquer aux plissements transversaux qui accompagnent le réseau principal et le coupent orthogonalement. Mais, pour ce second réseau, en général moins accentué, les vérifications sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse voir là autre chose qu'une induction encore discutable.

En dehors des plissements, l'écorce terrestre est soumise à des mouvements locaux d'élévation et d'affaissement, à des oscillations séculaires; contrairement à ce qui a lieu pour les lignes de plissement, les aires d'affaissement et d'élévation sont essentiellement variables d'une époque à une autre.

La loi énoncée permet, par l'étude des ondulations même peu marquées des terrains superficiels, de suivre l'allure des plis plus accentués des terrains discordants masqués en profondeur. Dans les cas où ces plis seraient des plis dyssymétriques ou couchés, il reste une certaine indétermination, parce qu'une ligne unique tracée à la surface ne peut suffire à définir l'emplacement d'un pli couché.

Dans le cas où les plis anciens seraient interrompus par des lignes de décrochement, on ne sait pas dans quelle mesure ces accidents se répercutent à la surface; il semble pourtant que la coïncidence des plis anciens et récents n'en est altérée que momentanément et qu'elle se conserve pour l'ensemble du tracé.

III. APPLICATION A LA CUVETTE HOUILLÈRE DU NORD.

Après avoir ainsi expliqué la méthode et discuté le degré de précision qu'on peut en attendre, il me reste à en faire l'application aux bassins houillers du Nord, tant à la grande cuvette d'Anzin et de Lens qu'aux affleurements plus restreints du Boulonnais et au nouveau bassin de Douvres. La première idée qui vient à l'esprit est que ces trois bassins doivent faire partie d'une même bande synclinale; on verra que, selon toute probabilité, il n'en est pas ainsi, que l'axe du grand bassin du Pas-de-Calais vient aboutir au sud des affleurements du Boulonnais, tandis que l'axe de Douvres se continue du côté de Calais.

J'ai déjà, plus haut, établi la position et la direction des axes de plissement dans le Boulonnais; ce sont ces plis dont il faudrait d'abord compléter le réseau en l'étendant plus loin au nord et au sud, puis qu'il faudrait ensuite raccorder d'une part avec ceux de la Flandre et de l'Artois, d'autre part avec ceux de l'Angleterre.

Du côté de l'Angleterre, la mer semble mettre obstacle à toute recherche de ce genre; j'ai essayé pourtant de montrer que l'étude des courbes de niveau du fond peut donner des indications utiles et même assez précises (*). Le fond de la mer peut en effet être considéré comme une surface de dénudation primitivement à peu près horizontale, et dont les inégalités résultent principalement de mouvements du sol. Je ne m'étendrai pas ici à ce sujet : la distance des deux rives du détroit est d'ailleurs assez faible pour que le raccordement prête lieu à peu d'ambiguïté.

De l'autre côté, du côté de l'est, la difficulté réside

(*) *Bull. Soc. géol.*, t. XX, p. 155.

dans l'uniformité de la craie, dans la rareté des fossiles qui permettent seuls de distinguer les étages et dans l'absence presque complète d'horizons précis. Les nouvelles études de M. Gosselet et de ses élèves, entreprises pour la révision des premières cartes géologiques, ont déjà fourni et fourniront encore des données précieuses ; j'ai pu ainsi, au dernier moment, utiliser un travail intéressant de M. Parent sur la craie du Boulonnais (*). J'en parlerai plus loin. Mais, en attendant que ces premiers documents se complètent, on peut dès maintenant, comme je l'ai montré plus haut, se servir des courbes de niveau de la surface des terrains primaires. J'ai eu recours, pour cette étude, aux courbes tracées par M. Potier, sans essayer dans la région occidentale de les compléter par des courbes plus rapprochées. Dans la partie qui nous intéresse maintenant, entre Fléchinelle et Licques, les sondages cessent d'ailleurs bientôt d'être assez rapprochés pour permettre de chercher utilement une précision plus grande.

L'axe du nord du Boulonnais ne se relie pas à l'axe de l'Artois. — J'ai reproduit sur la carte au 1/320000 (Pl. II) ces courbes de niveau. Ce qui attire d'abord l'attention dans la région située à l'ouest et au nord-ouest du bassin houiller, ce sont les îlots saillants qui dépassent la cote 50 : au sud, le bombement allongé de Fauquembergue et de Vimy, avec la pointe annexe qui se dirige à l'ouest de Fruges vers Hucqueliers ; plus au nord, le petit pointement de Rébergues (où affleure le dévonien), et enfin le massif de Ferques, au nord du Boulonnais. En faisant un instant abstraction de la saillie d'Hucqueliers, on peut naturellement avoir l'idée que la ligne Ferques-

(*) *Étude sur la craie à Micraster du Boulonnais*, par M. Parent, *Bull.* (*Soc. géol. du Nord*, t. XX, p. 304).

Rébergues-Fauquembergue représente, malgré les dépressions de son parcours, un axe saillant, un axe anticlinal, au nord duquel il faudrait chercher la continuation du synclinal houiller. C'est la solution qu'adoptait Godwin-Austen; c'est aussi celle que dernièrement a soutenue M. Dollfus (*). M. Gosselet l'a déjà combattue par des arguments d'autre nature, sur lesquels je reviendrai tout à l'heure ; mais je crois que la considération attentive de nos courbes de niveau suffit à la faire rejeter. D'abord cette ligne ne présente pas partout le même caractère ; il est bien vrai que, de Ferques à Rébergues, le sol primaire s'abaisse de part et d'autre de cette ligne ; cela est vrai aussi à l'est de Fauquembergue, mais dans l'intervalle il n'en est plus ainsi : la base du crétacé qui, à partir de la Flandre, s'élève vers cette ligne d'une manière constante, continue à s'élever de l'autre côté vers le centre du Boulonnais. La ligne, sur 20 kilomètres de long, cesse de marquer la séparation entre deux pendages opposés ; elle perd le caractère d'axe anticlinal. D'un autre côté, il y a un pli anticlinal bien marqué au sud de Saint-Omer, allant passer un peu au-dessus de Lumbres ; plus bas, un pli synclinal parallèle s'accuse non moins nettement entre Aire et Remilly. Ces deux plis sont obliques à la ligne Rébergues-Fauquembergue, qui ne peut pas par conséquent être une ligne du réseau.

On pourrait, il est vrai, se demander encore si ces derniers plis ne sont pas des plis transversaux, si le système orthogonal, dont j'ai parlé plus haut, ne se trouverait pas en ces points le plus accusé, le système principal étant masqué localement par l'effet des mouvements oscillatoires d'affaissement et de soulèvement. Mais ces plis se retrouvent de l'autre côté de la grande dépression d'Hazebrouck, et il semble qu'on peut sans hésitation

(*) *Bull. des services de la Carte géol.*, t. II, n° 14, p. 49.

(voir la carte) raccorder le pli synclinal d'Aire à la petite cuvette houillère de Béthune. Ces plis sont donc bien, d'après leur direction générale, des plis longitudinaux, et par conséquent le pli anticlinal qui borde au sud les terrains houillers, *ne remonte pas vers Ferques.*

Correspondance en même nombre des plis du Boulonnais et des plis de la surface primaire. — Au sud de ces deux premiers plis, nos courbes de niveau, considérées à l'est au-dessous de Lillers, en montrent deux autres, l'un séparant la petite ramification de Béthune de la cuvette houillère principale, le second exactement superposé à cette cuvette. Ces deux plis se continuent d'abord entre les lignes de niveau (—50) et (— 100), puis doivent aller à l'ouest traverser les courbes (50) et (0) ; il est probable que, même affaiblis, ils doivent alors marquer leur empreinte par deux sinuosités correspondantes dans le tracé de ces courbes. On serait amené ainsi à faire passer l'anticlinal un peu au sud de Delette, et le synclinal, qui le suit de près, dans les environs de Coyecque. Cette conclusion est, il est vrai, appuyée sur de trop faibles indices pour être définitive, et l'on pourrait encore supposer que le pli anticlinal intermédiaire s'efface, ou que les courbes de niveau ne sont pas connues avec assez de précision pour en laisser paraître la trace affaiblie. La cuvette houillère pourrait alors passer, en même temps que le pli de Béthune, par la large inflexion de Wismes. Cela est même d'autant plus probable que les deux inflexions situées plus au sud, indiquent en réalité des ondulations dirigées vers le sud-ouest et même vers le sud, et correspondraient plutôt aux traces de plissements transversaux.

Il y a donc indécision ; et la continuation de la cuvette de Fléchinelle peut être plus ou moins déviée vers l'ouest ; mais ce qui est certain, c'est qu'à l'ouest nous avons

quatre plis, dont les deux plus septentrionaux se relient sans difficulté aux deux plis septentrionaux du Boulonnais (Caffiers et Hardinghen). Il est donc très probable qu'en descendant vers le sud, le raccordement des deux plis suivants se fait parallèlement avec ceux de Selles (haute vallée de la Liane) et de Desvres. Autrement il faudrait supposer que les plis de l'est disparaissent vers le Boulonnais, et que, réciproquement, par une sorte de compensation, les plis du Boulonnais disparaissent du côté de l'ouest.

D'ailleurs nous avons un dernier pli à examiner au sud, celui de Fauquembergue (ou axe de l'Artois). Ce bombement des terrains primaires qui suit au sud le terrain houiller semble d'une part se relever vers le nord, avec l'affleurement dévonien de Dennebroeucq et la boucle de la courbe (50) entre Audincthun et Fauquembergue : d'autre part il se prolonge aussi vers l'ouest par le bombement de Herly. On pourrait donc songer à poursuivre l'axe anticlinal dans l'une ou l'autre de ces deux directions. Mais on ne peut le faire vers l'ouest qu'en lui faisant traverser une profonde dépression, alignée entre Werchocq et Fruges, c'est-à-dire parallèlement à la direction moyenne du réseau ; cette dépression semble donc bien plutôt une des lignes directrices du système ; le grand axe du bombement d'Herly lui est aussi parallèle. Toutes ces données se réunissent pour faire rejeter la seconde solution et pour faire passer l'axe de l'Artois au nord de Fauquembergue ; sa continuation est là, d'ailleurs, bien marquée par la saillie qui sépare les deux branches de la courbe (0). Cet axe se dirigerait donc aussi, comme les précédents, vers l'intérieur de la boutonnière du Boulonnais, où nous connaissons justement, pour lui correspondre, un cinquième pli, celui de la Crèche. Ce sont donc cinq plis en réalité, et non plus quatre seulement, qui se font face, entre le bassin houiller et le Bou-

lonnais. Leur raccordement successif, terme par terme, dans l'ordre où ils se présentent de part et d'autre, est donc bien probable, et c'est une conséquence naturelle du raccordement des deux termes extrêmes.

Étude de la surface d'une couche de la craie. — Comme l'intervalle à combler est de près de 20 kilomètres, il serait préférable de pouvoir, dans cet intervalle, étudier d'une manière analogue l'allure des couches crétacées. Si l'on choisit une de ces couches arbitrairement, les lignes de niveau de la surface devront dessiner des courbes semblables à celles de la surface des terrains primaires ou à celles de la base des terrains wealdiens, et les sinuosités de ces courbes indiqueront le passage des plis anticlinaux et synclinaux. J'ai déjà expliqué les difficultés de cette étude ; on peut pourtant se faire une idée approximative du résultat à l'aide du nouveau travail de M. Parent sur la craie du Boulonnais. M. Parent n'a pas tracé ces courbes ; il a seulement déterminé de nombreuses cotes et donné plusieurs coupes dans différentes directions. Ses conclusions, relativement au tracé des plis, sont conformes à ce qui précède pour l'axe anticlinal du nord du Boulonnais ; elles en diffèrent pour l'axe anticlinal du sud, ou axe de l'Artois, que M. Parent fait passer au sud du Boulonnais.

En traduisant *graphiquement*, par des courbes de niveau approximatives, les données de M. Parent, je n'ai pas évidemment la prétention de rien ajouter à ces données, mais seulement d'en mieux permettre la discussion. J'ai choisi, comme couche de repère, la base de la craie à *Micraster breviporus*, qui monte à près de 200 mètres à l'est de Selles, et descend à la cote zéro près de Delette. La courbe de niveau (100) coïncide à peu près avec la courbe (0) de la surface des terrains primaires, au moins à l'est et au sud ; mais avec cette différence, qu'au lieu des deux branches qui s'ouvrent autour du bombement de

Fauquembergue, la courbe se ferme en laissant ce bombement au sud; elle se divise aussi en deux branches, mais différemment orientées, l'une enveloppant le Boulonnais, l'autre suivant la périphérie du bombement primaire. Dans le premier cas, l'intervalle entre les deux branches marquait une dépression dirigée N.-O.; dans le second cas, il marque une dépression dirigée N.-E. ou plutôt E.-N.-E. Il n'y a pas une grande importance à attacher à cette différence, parce que dans cette région les courbes de niveau de M. Potier ont été en partie complétées, là où les données directes faisaient défaut, par l'étude des terrains crétacés. Si on l'admettait comme prouvée, il faudrait seulement en conclure que les dépôts du crétacé inférieur ont été là moins épais autour d'une ligne dirigée vers le nord-ouest.

La courbe (180) coïncide à peu près avec une des courbes (80) ou (60) de la base des terrains wealdiens; il y aurait donc plutôt une légère augmentation d'épaisseur du crétacé du côté de l'ouest. Ce sont là d'ailleurs des détails à peu près insignifiants; la seule chose à retenir et qui n'a rien que de conforme aux prévisions, c'est que ces nouvelles courbes affectent bien un dessin général semblable à celui des courbes relatives aux surfaces précédemment étudiées.

Quant au détail de ces courbes, il faut bien rappeler qu'il ne peut prétendre à aucune précision, et qu'il a été choisi, entre tous les contours possibles, pour montrer qu'aucune des données acquises n'est incompatible avec l'hypothèse du raccordement déjà proposé.

Je discuterai d'abord les conclusions de M. Parent.

La première est ainsi conçue : il existe une ligne de points hauts qui, en partant du sud-ouest de Saint-Omer, se dirige à l'ouest vers Bouvelinghen, entre Boisdinghen et Acquin, passe entre Journy et Harlettes, puis va rejoindre l'axe du nord du Boulonnais.

Cette ligne de points hauts concorde avec l'axe anticlinal dont j'ai parlé plus haut; les courbes de niveau montrent seulement qu'il faut la descendre un peu plus au sud que ne l'indique M. Parent, et la faire passer, à l'aide d'une légère inflexion, à peu près à Harlettes. Cela est d'ailleurs plus conforme aux coupes même de M. Parent (coupe 5), d'après lesquelles les courbes de niveau ont été reconstituées.

La seconde conclusion est la suivante : il existe une ligne de points bas, allant de Delette au nord de Fauquembergue (Saint-Martin) et à Ergny, pour se prolonger vers Enquin et vers Halinghen, au sud de Samer et du coude de la Liane.

Cette seconde conclusion semble en désaccord avec celle que j'ai indiquée; si cette dépression correspond à un pli synclinal, ce pli, d'après ce qui précède, ne peut être que la prolongation de la cuvette houillère. Je crois que les raisons que j'ai données contre cette interprétation sont corroborées par l'étude des courbes de niveau de la surface crétacée.

L'axe de l'Artois ne passe pas au sud du Boulonnais. — L'existence de la longue dépression est-ouest constatée par M. Parent au sud du Boulonnais est importante et incontestable. Mais, ce qu'il faut remarquer, c'est que *cette dépression se bifurque* avant d'arriver à Fauquembergue. On peut certainement dire avec M. Parent qu'elle se prolonge à l'est vers Delette; d'un autre côté, on peut dire avec non moins de raison qu'elle se prolonge au sud-est vers Fruges. Cela est évident d'après l'examen de la surface primaire, et ce ne l'est pas moins d'après l'examen de l'allure des couches crétacées. Il y a donc indécision entre deux directions, dont l'une au moins est due à une autre cause qu'au phénomène général des ridements parallèles, et peut, par conséquent, être attribuée avec

probabilité au jeu alternatif des mouvements d'élévation et d'affaissement. J'ai déjà expliqué que la direction sud-est s'harmonisait mieux avec les autres directions connues. De plus, il est facile de s'expliquer, autour du *dôme* du Boulonnais, l'existence d'une ceinture phériphérique de dépressions, comme il en existe une dans les reliefs actuels autour d'une partie de la Scandinavie. Cette ceinture de dépression coïnciderait d'abord avec un pli synclinal au sud, en accentuant seulement son importance apparente, puis elle s'en séparerait au moment où le pli synclinal s'infléchit vers le sud-est. Aucune explication semblable ne semble possible pour la dépression de Fruges.

Enfin les courbes de niveau de la base de la craie à *Micraster breviporus* (courbes 100, 120, 140 et 160) indiquent bien l'existence d'un pli anticlinal nord-ouest, en face de la saillie du sol primaire à Fauquembergue. En rencontrant cette ligne, le fond de la dépression suivie par M. Parent, qui descend, d'une part, à zéro (Delette), et, de l'autre, à 50 mètres (Ergny), s'élève jusqu'à 90 mètres. Le pli anticlinal est peut-être là un peu moins marqué que le long du bombement primaire, mais il est incontestable. Il est bien parallèle à la dépression de Fruges; et c'est leur ensemble qui donne la véritable orientation.

De même au sud, le pli anticlinal de Herly, que M. Parent a pu suivre vers la mer jusque auprès de Camiers, ne se continue pas vers l'est en traversant la dépression de Fruges (qu'on peut, dès à présent, prolonger jusque au sud d'Arras), mais continue à suivre au sud cette dépression suivant une ligne qui n'est pas encore déterminée.

Ainsi, l'étude de la craie, malgré une première apparence contraire, conduit au même résultat que l'étude du sol primaire. Quant aux ridements intermédiaires, les coupes de M. Parent n'en montrent pas de trace; il serait

donc illusoire de songer à les discuter d'après les courbes de niveau déduites de ces coupes. Il est possible que ces ridements n'aient pas rejoué depuis la craie à *Micraster breviporus;* il est possible aussi qu'ils soient seulement trop faibles pour se dégager sur des coupes qui ne sont pas tout à fait perpendiculaires à leur direction. Les courbes de niveau tracées sur la carte mettent en évidence ces ridements, mais il ne faut pas oublier que l'indétermination laissée par les données a été mise à profit pour montrer que ces données sont compatibles avec l'existence des ridements. Il n'y a de remarque à faire que sur la partie méridionale.

La courbe de niveau (150) est déterminée par trois points, dont les deux extrêmes, au nord de Thiembronne et de Zoteux, sont sensiblement plus au sud que le point intermédiaire, entre Lottinghen et Ergny. La courbe décrit donc une sinuosité telle que *a b c* (*fig* .7). Si, maintenant,

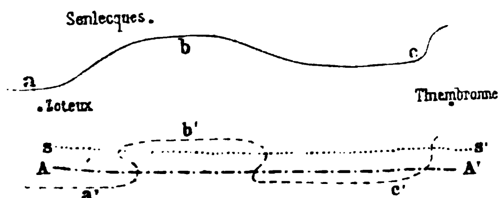


Fig. 7.

l'on tient compte du fait qu'il y a, dans cette partie, une pente générale vers le sud, due au bombement en dôme du Boulonnais, il faut, pour interpréter la courbe, faire abstraction de cette pente et relever la surface à partir d'une de ses horizontales, celle de Senlecques par exemple. Il est facile de voir que la courbe prendra alors la forme *a' b' c'*, et qu'elle indique le passage d'un anticlinal A A' et d'un synclinal *ss'*. Le synclinal serait celui de Desvres et de la cuvette houillère ; l'anticlinal serait l'axe de l'Artois.

Mais, je tiens à le répéter, les deux courbes de la base

de la craie à *Micraster breviporus* sont tracées d'après des données à la fois trop peu nombreuses et trop peu précises pour qu'on puisse en tirer autre chose que des indices provisoires. Ainsi, il suffirait d'une faible modification à la courbe (180) pour autoriser la continuation de l'anticlinal de Dennebrœucq et Fauquembergue jusqu'à Lottinghen, c'est-à-dire pour relier l'axe de l'Artois à celui de la haute vallée de la Liane (Selles et le Wast). Je ne le crois pas, mais cela est possible.

Conclusions. — En résumé, on peut dégager de cette discussion un peu longue les résultats suivants : l'axe de l'Artois ne va passer ni au nord du Boulonnais, comme le croyait Godwin-Austen, ni au sud du Boulonnais, comme le croit M. Parent. *Il vient aboutir à l'intérieur de la boutonnière du Boulonnais.* La solution la plus probable semble de le faire correspondre au pli de la Crèche. L'axe de la cuvette houillère principale viendrait alors à Desvres et Wimille.

Le pli de la haute vallée de la Liane correspondrait à l'anticlinal secondaire qui, à Béthune, amorce la division en deux branches de la cuvette houillère. Le terrain houiller d'Hardinghen correspondrait à la branche septentrionale de cette cuvette.

Le pli de Caffiers, au nord du Boulonnais, va passer à Saint-Omer, c'est-à-dire au nord du bassin houiller de Lens.

Cette solution est la seule qui raccorde terme à terme les cinq plis constatés, d'une part, dans le Boulonnais, et, d'autre part, auprès de Béthune.

Arguments stratigraphiques. — Il faut maintenant ajouter un mot sur les arguments d'un autre ordre qui ont été invoqués : l'axe anticlinal qui borde au sud le bassin houiller, marque en Belgique la limite septen-

trionale du dévonien inférieur. Ce terrain, puissant de plus de 2.000 mètres au sud, n'existe plus au nord du pli. Sans doute, le fait que ce pli coïncide sur une longue partie de son parcours avec le rivage du dévonien inférieur, n'entraîne pas nécessairement une coïncidence indéfinie sur toute la longueur du pli ; il y a pourtant une assez forte présomption pour qu'il doive encore en être ainsi dans le Boulonnais. Or le dévonien inférieur fait défaut dans l'îlot de Ferques, qui doit être ainsi au nord de l'axe de l'Artois ; c'est bien la conclusion à laquelle nous sommes arrivés.

Les premiers affleurements de dévonien inférieur connus vers le sud, sont ceux de Dennebrœucq, à l'est de Fauquembergue. Ce point appartient, dans toutes les hypothèses à l'axe de l'Artois ; il n'y a donc pas de conclusion nouvelle à en tirer.

On a dit aussi que le terrain houiller du Boulonnais ne ressemblait pas comme composition à celui du Nord, et on en a conclu que vraisemblablement il n'appartenait pas à la même cuvette. C'est en effet un fait assez général, que les modifications des mêmes terrains se font plutôt perpendiculairement que parallèlement aux plis ; mais c'est loin d'être une loi absolue. Et d'ailleurs, si le terrain houiller du Boulonnais correspond à la partie septentrionale de la cuvette du nord, c'est-à-dire au petit synclinal de Béthune, il est possible que les formations houillères de même âge que celles du Boulonnais ne soient pas connues dans ce synclinal, ou ne le soient du moins qu'assez loin en se rapprochant du département du Nord. Dans tous les cas, l'objection tirée de la dissemblance du système d'Hardinghen avec ceux de Fléchinelle et d'Auchy-au-Bois, perd ainsi à peu près toute valeur (*).

(*) Voir, pour les différences de composition de l'étage houiller du Boulonnais, l'article de M. Breton, *Annales Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 24.

Une objection, d'un tout autre ordre, mérite peut-être plus d'être prise en considération : le pli qui limite au sud le terrain houiller, est, comme on sait, sur une grande partie de son parcours, couché vers le nord, et les terrains dévoniens ou carbonifères ont été charriés, sur plusieurs kilomètres, au-dessus des terrains houillers, Ce mouvement de charriage vers le nord semble ne s'être pas propagé jusqu'à Fléchinelle, où la cuvette houillère est formée de couches verticales. Mais dans le Boulonnais le même phénomène se retrouve ; le calcaire carbonifère a été charrié au-dessus du lambeau houiller, et le surmonte sur une largeur de plus d'un kilomètre. N'est-il pas probable que c'est le même pli qui a produit les mêmes effets exceptionnels ? Ne serait-ce pas là, au point de vue mécanique, une solution plus rationnelle que celle qui transforme un bombement, insignifiant à Béthune, en un grand pli couché à Hardinghen et à Ferques ? Il y a pourtant des exemples incontestables de la terminaison rapide de ces grands plis couchés ; ainsi le pli du Beausset, en Provence, après avoir produit des déplacements horizontaux de plus de 5 kilomètres, n'existe plus au nord de Toulon, à 30 kilomètres plus à l'est, que sous forme de pli droit et à peine dyssymétrique. Or de Béthune à Ferques, il y a plus de 60 kilomètres. L'objection n'est donc pas décisive ; elle doit pourtant être rapprochée de la remarque faite plus haut, que les données acquises ne s'opposent pas formellement à la solution qui relierait l'axe de l'Artois à celui de la haute vallée de la Liane.

Dans ce cas, le bassin houiller du Boulonnais correspondrait à l'ensemble de la cuvette houillère du Pas-de-Calais, tandis que l'étude des ondulations récentes mènerait plutôt à conclure qu'il en représente seulement une ramification septentrionale. Suivant qu'on attache plus de poids à l'une ou à l'autre des deux méthodes, on

sera conduit à conclure dans un sens ou dans l'autre. Les deux alternatives sont admissibles.

Sondages. — Les sondages faits au centre ou au sud du Boulonnais, sont relativement peu nombreux ; M. Rigaux, dans son étude très complète sur le Boulonnais (*), dit, sous toutes réserves, que d'anciens sondages auraient rencontré le terrain silurien au mont des Boucards et au Wast. MM. du Souich et Delanoue ont rapporté au silurien les schistes rencontrés dans un sondage à Lottinghen. Ces résultats, qui restent douteux, indiqueraient bien l'existence d'un anticlinal ancien au-dessous de l'anticlinal récent de la haute vallée de la Liane.

Des sondages entre Rébergues et Escœuilles ont rencontré le calcaire carbonifère, limité au sud et au nord par le dévonien ; le synclinal ancien d'Hardinghen passe donc bien là au point où nous avons tracé le synclinal récent.

Deux sondages au Moulin-des-Moines et à la basse Falaise, au sud d'Hardinghen, ont rencontré, l'un le calcaire carbonifère sous 240 mètres de schistes dévoniens, l'autre des schistes houillers (25 mètres seulement) sous 193 mètres de calcaire carbonifère et sous 81 mètres de schistes dévoniens. Le prolongement du pli couché vers le sud explique pourquoi le synclinal récent est reporté là assez loin au sud de l'affleurement du synclinal ancien.

Malheureusement, plus au sud, là où les renseignements seraient le plus intéressants, on n'a fait que très peu de sondages. Celui de Desvres a atteint à 234 mètres de profondeur des argiles schisteuses, sur lesquelles M. Rigaux ne se prononce pas, et que M. Gosselet est tenté d'attribuer au houiller inférieur. Un sondage plus

(*) *Notice géologique sur le bas Boulonnais*, par E. Rigaux (*Mém. Soc. de Boulogne*, 1892).

récent, dont je ne connais pas le résultat précis, semble avoir confirmé cette attribution. Elle serait bien d'accord avec l'existence d'un synclinal récent auprès de Desvres.

Enfin un sondage a été fait près de Boulogne, à l'usine de Montataire. Ce sondage s'est d'abord arrêté à 237 mètres, dans un calcaire oolithique très dur, qu'on a considéré comme du calcaire carbonifère. Mais le sondage a depuis été approfondi de 60 mètres, et est resté, sur toute cette épaisseur, dans des sables blancs et argiles ligniteuses, qui représentent sans aucun doute possible la base du jurassique de la région. Le calcaire oolithique, qu'on avait pris pour du calcaire carbonifère, était donc du bathonien. On s'est arrêté définitivement à 299 mètres, sans avoir atteint les terrains anciens, dont on devait être très rapproché.

IV. APPLICATION AU BASSIN DE DOUVRES.

Il ressort des développements précédents que le bassin houiller du Pas-de-Calais, qu'il soit ou non divisé dans le Boulonnais en deux ramifications, ne vient pas aboutir à la côte plus au nord que le Gris-Nez. Le pli qui limite au nord le Boulonnais fait face à peu près à celui qui, en Angleterre, près de Folkestone, limite au nord le Weald ; et j'ai essayé dans une étude d'ensemble (*) de présenter de nouveaux arguments en faveur de ce raccordement, qui a d'ailleurs été toujours admis. J'aurai l'occasion d'y revenir un peu plus loin ; mais dès maintenant on peut conclure que le nouveau bassin houiller de Douvres est distinct du bassin houiller du Pas-de-Calais ; il est intéressant de rechercher s'il peut se prolonger en France.

Reprenons d'abord l'étude des courbes de niveau qui

(*) *Bull. Soc. géol.*, note citée, t. XX, p. 160.

nous ont déjà servi. Sur la feuille de Boulogne, ces courbes ne sont plus celles de la surface des terrains primaires, mais celles de la base de la craie glauconieuse; cela importe peu : les deux systèmes de courbes se raccordent à très peu près, et peuvent indifféremment, comme je l'ai expliqué, servir au même objet. Ces courbes mettent en évidence une large cuvette transversale, séparée même en deux par un petit bombement secondaire, qui ne semble pas avoir d'importance. L'axe de cette cuvette partirait de Frethun pour aboutir près de la mer du côté du Blanc-Nez, et vers l'est il va se perdre dans la grande dépression de la plaine d'Hazebrouck, sans qu'on puisse préciser plus loin sa direction.

Au nord de ce pli synclinal, les courbes mettent en évidence l'existence d'un nouveau pli anticlinal, qui suit la côte auprès de Sangatte. Mais ce dernier pli est parallèle aux nombreux ridements qui accidentent d'une manière si remarquable le fond de cette partie de la mer du Nord. Le fond de cette mer est d'ailleurs, au même titre que la surface du sol primaire étudiée plus haut, une ancienne surface de dénudation marine; pour les mêmes raisons que plus haut, ces ridements doivent indiquer la direction des plissements (*). Or en étudiant les courbes de profondeur de la mer, par exemple sur la carte du génie au 1/500000, on voit, avec une évidence qui défie toute discussion, ces ridements si répétés s'incurver et suivre la direction du détroit; ils sont donc transversaux et sensiblement perpendiculaires au réseau des plis principaux qui traversent le détroit. J'ai indiqué plus haut

(*) Il est très probable que dans le cas actuel une partie au moins de ces ridements très rapprochés doit être attribuée aux courants et à l'inégalité des dépôts; mais l'étude d'ensemble montre que ces phénomènes secondaires ont été guidés par le phénomène principal, le plissement du fond, et qu'ils n'ont pas introduit de directions nouvelles.

que tout système de plis semblait complété par un système orthogonal : *le pli de Frethun et le pli de Sangatte appartiennent à ce réseau orthogonal ;* ils sont perpendiculaires à la direction que nous voulons étudier.

Il résulte de là que les courbes de niveau des surfaces topographiques étudiées, sur le sol français ou près de la côte française, ne peuvent nous donner que des renseignements indirects sur les axes qu'il importerait de suivre. Il n'en est heureusement pas ainsi pour les courbes de niveau, poursuivies sous le détroit par MM. Potier et de Lapparent ; elles mettent en évidence une chute brusque des couches vers le nord, qui suffit à marquer, sinon la position précise, au moins la direction moyenne du pli qui part de Folkestone. Si l'on remarque que cette chute brusque des couches a pour homologue le plongement rapide des couches aptiennes, observé sur la côte près de Wissant, on pourra tracer très approximativement l'axe du pli, et se convaincre qu'il va rejoindre le bombement de Ferques. La ligne ainsi obtenue est d'ailleurs très sensiblement perpendiculaire aux ridements du fond de la mer.

Mais de plus, on connaît sur la côte anglaise un petit bombement secondaire, entre le pli de Folkestone et le terrain houiller de Douvres. Les affleurements sous-marins permettent aussi de suivre, sur plusieurs kilomètres, l'axe de ce pli secondaire, qui s'infléchit rapidement vers l'est et même vers le nord-est. C'est encore une amorce précieuse de raccordement.

Il est bon de remarquer, encore une fois, que l'étude des anciennes lignes de rivages jurassiques ne fournirait pas de résultats concordants avec ces premières données. Le jurassique, dans le Boulonnais, est limité vers le nord par le pli de Ferques ; or le sondage de Douvres, situé au nord du même pli, a rencontré près de 200 mètres de jurassique ; il a même, affirme-t-on, rencontré le lias qui

n'est nulle part connu dans le Boulonnais. La coïncidence de l'ancienne ligne de rivage avec la direction des plis n'est donc que momentanée ; comme je l'ai déjà expliqué, c'est là un fait très naturel, et tout à fait conforme à l'observation des rivages actuels. L'ensemble des données géologiques permettait d'ailleurs de prévoir que la dépression du Pas-de-Calais était déjà dessinée à l'époque jurassique, et qu'alors comme maintenant elle faisait communiquer la mer de la Manche avec la mer du Nord.

Il faut donc laisser de côté les lignes, d'ailleurs mal connues, des anciens rivages ; mais on peut encore, pour suivre les plis, s'aider des courbes de niveau du fond de la mer actuelle. J'ai montré (*) que, pour la mer du Nord et pour la Manche, ces courbes mettent en évidence un double système de ridements orthogonaux, *qui se raccordent avec les plis connus sur les côtes.* Il n'est donc pas téméraire de croire que leur étude donnera, pour ce cas particulier, au moins une indication utile. Sans doute ce ne sera qu'une indication approchée, parce que dans le détroit les ridements transversaux sont seuls bien marqués , et que les indentations des courbes de niveau autour de ces ridements sont à la fois trop petites et trop nombreuses pour préciser le tracé du second système. On est, au fond, amené à s'appuyer pour ce tracé sur la condition de perpendicularité qui n'est et ne peut être qu'une condition approchée.

Le seul pli bien connu sur la côte anglaise, outre ceux dont j'ai déjà parlé, est le bombement de Thanet (**), qu'on serait ainsi amené à faire aboutir près d'Ostende (où

(*) *Bull. Soc. géol.*, note citée, t. XX, p. 156.

(**) M. Barrois a considéré le bombement de Thanet comme un bombement transversal; je ne puis me ranger à cette opinion, le bombement de Thanet semblant se continuer avec évidence par les pointements de craie signalés le long de la Tamise.

un sondage a trouvé le silurien à 300 mètres) ; le pli d'Hou-

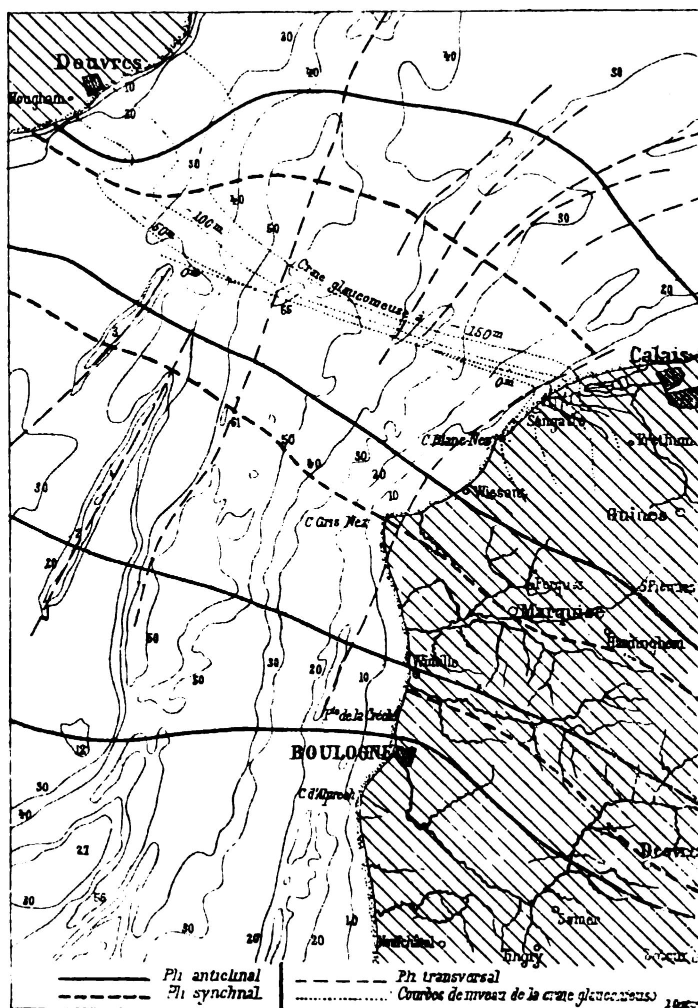


Fig. 8. — Raccordement des plis de part et d'antre du Pas-de-Calaìs.

gham, immédiatement au sud de Douvres, irait aboutir près de Calais (voir la carte, *fig.* 8) ; c'est donc entre

ces deux points qu'il faudrait chercher la continuation du bassin de Douvres. On ne sait pas s'il existe des ondulations intermédiaires entre Thanet et Douvres; on ne sait pas non plus si Douvres est rapproché ou éloigné de l'axe du synclinal houiller. Tout ce qu'on peut donc dire, comme résultat de l'application de cette méthode, c'est que le *point homologue* de Douvres se trouverait, en France, un peu à l'est de Calais. *Si le bassin de Douvres arrive en France, c'est à l'est de Calais, entre Calais et Dunkerque, qu'il faudrait en chercher la continuation.*

J'ajouterai une remarque qui me paraît intéressante au point de vue théorique : si les plis du Nord, comme je l'ai indiqué, se dirigent un peu obliquement à la bande houillère et viennent aboutir dans les anses successives de la bordure du bassin, il devient très probable que c'est le pli de Vicoigne qu'on retrouve à Douvres. *Le bassin du Nord se ramifierait vers l'ouest en une série de branches, dont quelques-unes au moins ne cessent que momentanément d'être productives.*

Sondages. — Un sondage a été fait autrefois à Calais. Malheureusement les résultats en sont douteux et contestés. Ce sondage s'est arrêté à 350 mètres environ, après avoir traversé, sur une dizaine de mètres au-dessous des grès verts, un calcaire fétide, suboolithique, qui a été considéré comme paléozoïque. M. Laurent, qui a dirigé le sondage, a parlé de terrain houiller, mais l'assertion ne paraît guère soutenable. Élie de Beaumont, qui a vu les échantillons du fond, les rapportait au calcaire carbonifère : c'est l'opinion qui semble la plus vraisemblable. D'un autre côté, le caractère oolithique de la roche a fait supposer qu'on aurait bien pu, comme on l'a fait à Montataire, confondre un calcaire jurassique avec du calcaire carbonifère. L'échantillon qu'Élie de Beau-

mont a eu entre les mains, n'a pas pu être retrouvé, malgré les recherches faites par M. Potier. Il est donc à craindre que la question ne soit jamais éclaircie, à moins de nouveaux sondages.

J'ai déjà cité le sondage d'Ostende, qui a rencontré, à 300 mètres, le terrain silurien directement au-dessous des terrains tertiaires. Trois autres sondages, près de Guines et de Saint-Omer, ont rencontré également des terrains très anciens (probablement le dévonien et le silurien). Aucune de ces données n'est de nature à éclaircir la question.

V. CONCLUSIONS.

Le résultat de ce travail, purement géologique, n'est pas et ne pouvait pas être de prévoir l'existence du terrain houiller en tel ou tel point déterminé. La méthode employée permet seulement de suivre à la surface les axes des cuvettes houillères déjà connues. Il faudrait encore savoir si le terrain houiller s'est déposé, dans la région étudiée, sur toute la longueur de ces cuvettes; la transgressivité vers l'ouest des différents termes de l'étage houiller montre que le rivage des lagunes houillères était du côté de l'ouest, et la présence de la houille à Hardinghen permet de conclure que ce rivage était situé au delà du Boulonnais. Ce premier point est donc très vraisemblable; mais l'existence même du terrain houiller, si elle était prouvée, ne permettrait pas de conclure à la présence de la houille.

Il faudrait en outre savoir en quels points de la cuvette le terrain houiller a été conservé et en quels points il a été dénudé: or, cela n'est pas possible à prévoir. Tout au plus pourrait-on dire qu'il y a plus de chances pour que la cuvette ait été plus profonde à la rencontre des grandes dépressions transversales. Le détroit du Pas-de-

Calais est incontestablement une de ces dépressions transversales, et elle est d'origine très ancienne. Nos données, à ce sujet, ne remontent pas pourtant au delà de la période jurassique. Il est probable que la houille a eu plus de chances d'être conservée sur les bords de cette dépression, mais c'est seulement une hypothèse.

Les conclusions qui résument, je crois, l'état de nos connaissances sur la question et qui fixent bien, en tout cas, le terrain des discussions possibles, sont les suivantes :

Les ondulations des périodes secondaire et tertiaire se sont toujours reproduites suivant les mêmes lignes, et ces lignes non seulement suivent la direction générale et même les inflexions principales des plis paléozoïques, mais encore, partout où la vérification a pu se faire, coïncident exactement avec les axes de ces plis. La vérification au-dessus du bassin houiller du Nord présente notamment un caractère remarquable de précision qui se poursuit jusque dans les détails.

La seule exception à prévoir semblerait relative au cas où les plis anciens seraient affectés par des failles de décrochement.

Ce principe permet de suivre les plis anciens par la seule étude des terrains superficiels ; seulement l'application de la méthode est sujette à des difficultés, tant à cause de la petitesse des ondulations qu'il faut étudier qu'à cause des mouvements locaux de soulèvement et d'affaissement qui se sont superposés aux mouvements de plissement.

On peut pourtant affirmer que le bassin houiller de Douvres est distinct du bassin houiller du Pas-de-Calais, et que l'axe du nord du Boulonnais (bombement de Ferques) n'est pas la continuation de l'axe de l'Artois. Deux tracés sont admissibles pour la continuation de la cuvette de Lens et de Fléchinelle ; le premier vient aboutir un peu

au nord de Boulogne, auprès de Wimille; le second, restant plus au nord, vient se confondre avec le petit bassin houiller d'Hardinghen, qui ne serait, dans la première hypothèse, qu'une ramification de la cuvette principale.

La continuation de l'axe du bassin de Douvres est cachée sous la mer; il est probable, d'après l'examen des courbes d'égale profondeur, que cet axe va aboutir sur la côte française, un peu à l'est de Calais.

TABLEAU DES PUITS ET SONDAGES UTILISÉS POUR L'ÉTUDE DE LA SURFACE DES TERRAINS PRIMAIRES (PL. I).

Le premier nombre qui suit chaque nom indique la profondeur à laquelle ont été atteints les terrains anciens; le second indique l'altitude du sol, et le troisième, représentant la différence des deux premiers, donne la cote de la surface primaire en ce point, prise *au-dessous* du niveau de la mer.

Concessions d'Hasnon et de Vicoigne.

S. des Corbets	95	22	73
Sondage	86	22	64
F. des Tertres	101	22	79
F. des Prés-Barrés	100	22	78
S. 2e du Grand-Bray	101	22	79
F. des Bouils	106	22	84
S. de la Drève de Wallers	115	25	90
S. de Notre-Dame-d'Amour	78	22	56
S. du Mont-de-Caumont	84	24	60
S. du Mont-des-Ermites	98	23	75
Sondage	76	19	57
Sondage	74	20	54
F. N° 1	82	17	65
S. de Bachy	119	25	96
S. du Bois-de-Vicoigne	117	27	90
F. N° 4	92	21	71
F. N° 3	89	22	67
F. N° 2	102	22	80
S. du Grand-Champ	105	25	80
S. des Zémiards	93	24	69
Sondages sud des Zémiards	104	26	78
	106	26	80
	102	24	78
	91	27	64

Concession de Raismes.

S. des Trois-Peupliers	137	16	121
S. de l'Epérance	152	18	134
F. Thiers	139	20	119
S. du Grand-Rond	83	33	50
S. du Pont-du-Roi	133	23	110
S. du Bosquet-d'Aulnes	80	35	45
S. de l'Usine	85	30	55
S. des Merlicans	104	18	86
F. Bleuse-Borne	85	36	49
S. de Bleuse-Borne	85	26	59
F. du Moulin	77	41	36
F. de la Cave	108	36	72
F. Saint-Louis	78	41	37
F. de Raismes	90	55	35
F. du Verger	80	52	28
S. des Moulinets	78	20	58
F. du Pavé	59	40	19
F. du Marais	43	33	10
F. du Chaufour	40	30	10

Concession d'Anzin.

F. du Mouton-Noir	49	30	19
F. Saint-Joseph	70	50	20
F. Saint-Christophe	64	49	15
F du Bois	75	51	24
Grosse-Fosse	72	53	19
F. Tinchon	72	54	18
F. Henri	73	55	18
F. Lomprez nord	63	52	11
F. Lomprez sud	80	52	28
F. Saint-Charles	60	52	8
S. 1re de Saint-Waast	66	51	15
S. 2e de Saint-Waast	67	53	14
S. 3e de Saint-Waast	66	54	12
S. 4e de Saint-Waast	65	53	12
F. Dutemple	79	51	28
Sondage au sud	64	53	11
F. Régie	76	54	22
F. Réussite	80	53	27
F. Ernest	80	55	25

S. est de F. Ernest	67	54	13
F. Demézières.	95	57	38
S. au sud	63	54	9
F. Pauline.	102	60	42
F. Sentinelle.	82	55	27
F. Vedette	78	59	19
F. Bon-Air.	75	54	21
S. au nord.	71	54	17
S. 3e du Vignoble.	62	51	11
S. 2e du Vignoble	54	47	7
S. 1er du Vignoble.	34	45	+ 11
S. de Trith.	75	62	13
F. de la Citadelle	45	25	20
F. Davy	86	60	26
F. d'Hérin	76	53	23
S. au sud-ouest	74	46	28
S. 1er d'Oisy	72	34	38
S. 2e d'Oisy	66	33	33
S. 1er de Wallers.	71	28	43
S. 2e de Wallers.	74	26	48
S. d'Helesmes.	80	32	48
F. d'Haveluy.	71	28	43
S. 1er d'Haveluy.	77	44	33
S. 2e d'Haveluy	68	34	34
S. 3e d'Haveluy	69	28	41
S. 4e d'Haveluy	67	38	29
S. du Parc-à-Pourceaux	65	31	34
F. Chabaud-La-Tour	77	38	39
S. du Chemin-des-Prêtres	79	39	40
F. Lambrecht.	82	43	39
F. Bellevue	78	45	33
F. Bayard.	73	45	28
F. Napoléon.	72	41	31
F. Turenne	69	40	29
F. Ernestine.	73	38	35
F. Casimir.	70	38	32
F. Renard.	74	38	36
F. Villars	65	33	32
F. Joseph-Périer.	76	37	39
F. Jean-Bart	63	33	30
S. 2e de Denain	72	40	32
S. 3e —	69	38	31

S. 4e —	66	38	28
S. 5e —	2	35	37
S. 6e —	73	40	33
S. 7e —	79	44	35
S. 13e —	79	46	33
S. 15e —	65	32	33
S. 16e —	75	37	38
F. d'Escaudain	85	40	45
F. d'Audiffret-Pasquier.	96	44	52
F. Élise..	85	42	43
F. Saint-Mark	105	50	55
F. de la Pensée	110	49	61
F. Casimir-Périer.	114	48	66
F. de Rœulx.	80	40	40
S. au nord-est.	64	45	19
S. de Fenain.	115	20	95
S. d'Erre.	113	28	85

Concession de Denain.

F. Lebret	85	46	39
F. d'Orléans.	71	37	34
F. l'Enclos.	64	33	31
S. 8e de Denain	62	33	29
S 9e —	62	33	29
S. 10e —	64	33	31
S. 11e —	63	33	30
S. 12e —	58	33	25
S. 14e —	67	33	34
S. du Pont-de-Denain.	71	33	38
S. de l'Enclos	61	33	28
S. du Pont-de-Rouvignies	55	33	22

Concession de Douchy.

F. l'Éclaireur	80	42	38
F. Saint-Mathieu	78	38	40
F. La Naville	76	34	42
F. de Douchy	64	32	32
S. N° 1.	65	33	32
S. N° 2.	63	33	30
S. N° 3.	59	33	26
S. à l'ouest	85	65	20

Concession d'Aniche.

F. Renaissance	140	40	100
F. Saint-Louis	156	42	114
F. d'Aoust	148	45	103
F. Traisnel	123	34	89
F. l'Archevêque	126	36	90
F. Saint-Hyacinthe	130	30	100
F. Sainte-Marie	232	29	203
F. l'Espérance	185	50	135
S. 1er de Somain	110?	40?	70?
S. 3e —	116	30	86
S. 4e —	117	35	82
S. de Masny	173	33	140
S. de Roucourt	165	40	125
F. Saint-René	173	30	143
F. de Dechy	180	24	156
S. de Dechy	150	26	124
F. Notre-Dame	168	28	140
F. Gayant	153	28	135
F. Bernicourt	153	29	124
S. 1er de Waziers	156	27	129
S. 2e —	174	24	150
S. de Férin	207	36	171
S. du Gœulzin	150	40	110
F. de Cantin	165	40	125
F. Sainte-Catherine	120	48?	72?

Concession d'Azincourt.

F. Saint-Roch	165	63	102
S. Saint-Mathieu	149	63	86
S. Saint Louis	146	56	90
S. Saint-Martin	174	62	112
S. d'Emerchicourt	126	67	59
S. Saint-Pierre	145	66	79
S. Saint-Michel	148	64	84
S. Saint-Roch	144	55	89
S. au nord	142	42	100
F. d'Etrœnngt	142	52	90
F. Sainte-Marie	143	65	78
F. Saint-Édouard	143	68	75
F. Saint-Auguste	130	59	71

S. Drion	133	67	66
S. Verrerie d'Aniche	122	67	55
S. N° 9	110	65	45
S. de Monchecourt	134	62	72
S. nord de Monchecourt	155	60	95
F. de Monchecourt	127	57	70
S. Saint-Rufin	132	52	80
S. nord F. d'Etrœungt	122	46?	76?
S. N.-O. F. Saint-Édouard	125	55?	70?

Concessions de l'Escarpelle et de Courcelles.

F. N° 1	156	22	134
F. N° 5	210	26	184
F. N° 4	232	26	206
F. N° 3	213	20	193
S. 1er de Dorignies	232	22	210
S. 2e —	213	20	193
S. N° 4 de Flers	157	23	134
S. de l'Escarpelle	152	23	129
F. N° 2	159	23	136
S. de la Blanche-Maison	154	23	131
S. de Montécouvé	155	22	133
S. de Rost	154	23	131
S. du Pont-d'Auby	158	20	138
S. du Moulin	157	18	139
F. de Courcelles	138	37	101
S. 1er de Courcelles	144	36	108
S. 3e de Courcelles	185	40	145
S. de Flers	141	26	115
F. d'Esquerchin	141	33	108
S. de Cuincy	193	22	171
S. de la Porte-d'Esquerchin	261	25	236

ÉTUDE
SUR LE NOUVEAU FOUR SIEMENS

ET SUR

L'UTILISATION DE LA CHALEUR DANS LES FOURS A RÉGÉNÉRATION

Par M. Emilio DAMOUR, Ingénieur civil des mines,
Préparateur de chimie à l'École des mines.

Il y a environ trois ans, en janvier 1890, la maison Siemens annonçait, par l'organe des journaux anglais les plus autorisés, une récente découverte, un perfectionnement aux fours à gaz, qui, au dire des auteurs de la communication (*), devait réaliser une économie évaluée à non moins de 50 p. 100 : il s'agissait de faire repasser sous les gazogènes une partie des produits brûlés, de façon à régénérer l'acide carbonique par la réaction de ce gaz sur le carbone au rouge.

Il y avait beaucoup d'exagération dans cette promesse de 50 p. 100, dont je démontrerai l'impossibilité, la régénération de l'acide carbonique est d'ailleurs le plus souvent illusoire, et j'établirai les conditions très limitées dans lesquelles elle peut être profitable. Mais le nouveau

(*) *A new form of Siemens furnace, managed to recover waste gases as well as waste heat*, par MM. Head et Pouff (MM. Head, agent général de la maison Siemens; M. Pouff, représentant, en France, des brevets Siemens, mort récemment à Nevers).

four est loin d'être sans valeur : la place qu'il tient actuellement dans l'industrie en est une preuve (*). Il est donc intéressant, au moment où les industriels français commencent à l'appliquer, d'en discuter les avantages, d'en faire une étude comparée avec les anciens types de fours à régénération : c'est le but que je me suis proposé. J'ai été conduit, par cette étude même, à envisager la question de la régénération dans son ensemble, à en préciser les conditions, à en définir les limites : ce sera la seconde partie de ce travail.

§ I. — ÉTUDE COMPARÉE DES DIFFÉRENTS TYPES DE FOURS SIEMENS.

1° *Description du nouveau four Siemens.*

Le nouveau four Siemens dont la découverte est due à MM. Biedermann et Harvey est représentée dans la Pl. III, qui donne les dessins d'un four à réchauffer le fer construit d'après ce modèle.

Le fonctionnement de l'appareil et la marche des gaz se font comme suit :

Le gaz produit en A par le passage de l'air et des produits brûlés sur le charbon au rouge est envoyé à sa sortie des gazogènes tantôt à droite, tantôt à gauche, au moyen de deux clapets coniques tenus sur un balancier (*fig.* 6); il se rend directement, par l'un des carneaux B, dans le four, sans passer par aucune cham-

(*) Voici la statistique exacte des nouveaux fours construits par la maison Siemens, conformément au nouveau brevet :

Fours à puddler	9	dont 3	en France
— à réchauffer	40	— 4	—
— à réchauffer l'acier	11	— 1	—
— à acier	3	— 1	—
— à cornues à gaz d'éclairage	20	— »	—
	83	9	

bre de régénération. L'air de combustion est admis par le clapet C, traverse l'une des chambres E et entre par le carneau D. Les deux gaz s'allumant dans le four forment une flammè en fer-à-cheval, selon l'expression de MM. Siemens, et sortent entièrement par le carneau D′ pour se diriger vers la chambre de régénérateur E′. Mais arrivés en F′, ces produits de combustion sont en partie aspirés par un injecteur I′ et envoyés sous la grille tandis que le reste se rend à la cheminée par le carneau G′ et la valve V.

A intervalles de temps réguliers, ont fait une inversion comme dans tous les fours Siemens en manœuvrant le balancier B et la valve à air V.

L'alimentation des gazogènes se fait d'une triple manière :

1° Au moyen des *produits brûlés* arrivant en F et insufflés par l'injecteur ainsi qu'il vient d'être dit ;

2° Au moyen *d'air chaud* pris à la chambre E′.

Il est facile de voir que, dans le dispositif adopté, le carneau F qui sert à l'évacuation des fumées est aussi celui par où passe l'air chaud à sa sortie des chambres. Donc, tandis que l'un des injecteurs fournit des produits brûlés en les détournant de la cheminée, l'autre peut fournir de l'air chaud emprunté à la masse d'air qui, admise par le clapet C, vient de traverser la chambre. Ainsi, dans le four Biedermann, on peut alimenter les gazogènes à volonté avec de l'air chaud ou des produits brûlés.

Ce dispositif, qui constitue l'un des principaux avantages du four Biedermann, est une modificatiou aux plans primitifs tels que les ont publiés MM. Pouff et Head. Dans leurs premiers fours, l'injecteur prenait les produits brûlés dans le carneau du gaz B et non dans le carneau de l'air D et, par suite, ne pouvait avoir le double rôle qu'on lui fait jouer dans les fours actuels. Cette modifica-

tion est d'une importance capitale, et l'on peut dire qu'elle a transformé le nouveau four.

3° Un troisième injecteur placé dans le cendrier (en J, *fig.* 3) aspire de l'*air froid* et permet de régler plus aisément l'admission d'air et, par suite, la quantité de gaz produits; il permet surtout de refroidir le cendrier, qui ne tarderait pas à se brûler, alimenté exclusivement d'air chaud et de produits brûlés.

2° *Fonctionnement pratique de l'appareil.*

Dans la pratique des fours actuellement en usage, pour arriver à une marche satisfaisante, on fait appel à toutes les ressources qu'offre le nouvel appareil au point de vue de la circulation des gaz et notamment de l'alimentation des gazogènes. Les deux injecteurs communiquant des cendriers aux chambres sont constamment ouverts, insuf flant à peu près quantités égales d'air chaud et de produits brûlés; mais ces gaz étant l'un et l'autre à des températures trop élevées, on les dilue d'air froid, et pour cela on se sert du troisième injecteur, de façon à obtenir sous le cendrier une température d'environ 450°. Dans ces conditions, la proportion de produits brûlés repassant sous la grille est très faible par rapport à la masse des gazéifiants, environ 1/5 de produits brûlés contre 4/5 d'air chaud ou froid. Le gaz produit est cependant beaucoup plus chargé d'acide carbonique que celui d'un gazogène ordinaire, et en contient de 9 à 11 p. 100. Mais en résumé l'allure du four est assez régulière, la consommation de houille n'est pas plus élevée que dans un four ancien type.

3° *Des anciens types de fours à chaleur régénérée.*

Les fours à gaz à chaleur régénérée sont d'une variété presque indéfinie; la maison Siemens seule, sans compter les autres constructeurs d'appareils métallurgiques,

modifie sans cesse ses types et prend tous les ans de nouveaux brevets.

Sans indiquer toutes ces modifications dont beaucoup sont insignifiantes, il est utile, — ne fût-ce que pour bien apprécier la valeur de la nouvelle découverte, — de retracer les perfectionnements successifs apportés aux fours à chaleur régénérée.

Les premiers fours Siemens, bien que réalisant une économie de plus de 30 p. 100 sur les foyers à chauffage direct, étaient loin de donner une utilisation complète de la chaleur : l'éloignement des gazogènes et le passage des gaz à travers le siphon, au moyen duquel on obtenait le tirage, causaient des pertes par refroidissement qui sont loin d'être négligeables. La condensation des goudrons dans les chambres de récupération appauvrissaient le gaz ; la combustion de la houille était incomplète et produisait beaucoup d'escarbilles, même avec des charbons de bonne qualité, dont l'emploi était nécessaire. Enfin la régénération était incomplète.

Les perfectionnements principaux remédiant à ces défauts ont été les suivants :

Pour *diminuer les pertes de chaleur par refroidissement*, on a supprimé le siphon et obtenu le tirage soit par une différence de niveau suffisante (4 à 8 mètres) entre les grilles du gazogène et les lunettes d'arrivée du gaz, soit par un injecteur à vapeur, soit par un ventilateur.

On a rapproché les gazogènes du four, les plaçant même contre le four — c'est le cas des fours Lencauchez à la Compagnie du gaz — et, comme conséquence de ce perfectionnement, on a pu supprimer les chambres de récupération pour les gaz et diminuer d'autant les pertes par refroidissement.

En un mot, on a réuni, en un seul massif aussi condensé que possible, les différents organes four, gazogènes, chambres, autrefois tout à fait séparés.

Pour *augmenter la richesse du gaz*, bien des moyens ont été tentés ; déjà la suppression du siphon, en évitant complètement la condensation des goudrons, a contribué à enrichir le gaz ; mais, comme les hydrocarbures atteignent à peine 4 p. 100 dans les bons gaz de gazogènes, les goudrons, qui n'en forment qu'une faible fraction, sont presque négligeables. Ce progrès est insignifiant.

Les deux moyens par lesquels on a tenté d'augmenter le pouvoir calorifique des gaz sont l'emploi de l'air chaud pour alimenter les gazogènes, et l'usage du gaz à l'eau. Ces deux perfectionnements comportent la fermeture des gazogènes ; — dans le premier cas on insuffle l'air chaud au moyen d'un ventilateur ou d'un injecteur dans un appareil de récupération utilisant la chaleur perdue qui reste disponible après chauffage de l'air de combustion (*) ; — dans le second cas, l'eau est envoyée sous forme de vapeur au moyen d'un injecteur qui entraîne la quantité d'air nécessaire à la gazéification du combustible et a encore pour effet de créer une pression sous le cendrier et d'assurer le tirage.

La production de gaz à l'eau peut encore se faire, partiellement du moins, sans gazogènes fermés en mettant simplement de l'eau dans le cendrier ; le rayonnement de la grille et la chute des escarbilles au rouge suffisent à produire une vaporisation abondante d'eau qui est entraînée par l'air. Les derniers types de gazogènes Siemens ouverts sont ainsi construits, et ils donnent un gaz contenant jusqu'à 12 p. 100 d'hydrogène produit par la décomposition de l'eau.

Pour *obtenir une combustion complète de la houille* et permettre l'emploi de charbons inférieurs, on a apporté

(*) Il existe en Angleterre, à Manchester, et en Allemagne des fours pour le chauffage des cornues à gaz réalisant ce dispositif : ce sont les fours Auguste Klönne de Dortmund.

à la construction des gazogènes mille modifications se rapportant soit à l'emploi de cendriers fermés et soufflés, avec ou sans usage d'air chaud, soit aux formes des grilles et au profil des gazogènes. L'air chaud en cendrier fermé donne une combustion très parfaite et laisse des cendres tout à fait consumées sans escarbilles ; il constitue donc un réel progrès. Il est difficile de se prononcer aussi nettement sur la question des grilles et des formes de gazogènes : grilles horizontales, grilles inclinées, poitrines verticales, poitrines inclinées; cependant la maison Siemens préconise actuellement et avec raison, ce semble, les gazogènes à grille horizontale et à poitrine verticale, dans lesquels on obtient un rendement suffisant et une allure régulière en étalant le combustible sur une épaisseur constante de 70 à 90 centimètres au-dessus de la grille; c'est un gazogène très simple, mais en même temps très logique, puisque l'égalité d'épaisseur du combustihle assure une utilisation uniforme de la surface de grille. Signalons encore les gazogènes sans grille en usage aux usines de Saint-Chamond, qui, supprimant l'usure des barreaux, peuvent rendre de grands services dans le cas de gazogènes à allure chaude.

Enfin, *pour améliorer la régénération de la chaleur*, on a cherché à abaisser la température des gaz à la cheminée, et on y est arrivé dans les différents systèmes de récupération de la chaleur, en augmentant les dimensions des chambres; ce moyen est souvent illusoire, l'abaissement de la température à la cheminée n'étant imputable qu'à un refroidissement plus considérable par les parois; l'accroissement du volume des chambres est donc d'une utilité contestable.

Le chauffage de l'air d'alimentation des gazogènes dont il a déjà été question est un autre moyen beaucoup plus efficace pour utiliser la chaleur perdue des gaz, mais il est peu en usage dans les anciens fours à gaz.

Tels sont les principaux perfectionnements apportés à la solution du problème si important de l'utilisation de la chaleur dans les fours à régénération. Dans cette révision sommaire, j'ai laissé de côté plusieurs questions du plus haut intérêt sur lesquelles MM. Siemens et d'autres ingénieurs ont fait des recherches nombreuses, telles que les dimensions et la position des brûleurs, l'emploi de chambres de combustion avant l'arrivée de la flamme dans le four, la forme du four, la hauteur de la voûte au-dessus de la sole, à laquelle se rattache la *Radiation*, objet d'un brevet spécial de MM. Siemens essayé à Düsseldorf, et appliquée depuis à plusieurs fours à verre et à acier, etc. C'est que je n'ai envisagé dans le présent travail que l'utilisation de la chaleur, et, à ce point de vue, la forme du four importe peu ; il suffit que la combustion complète des gaz soit assurée pour que le problème de la régénération se pose de la même manière dans tous les cas ; j'admettrai dans l'étude qui va suivre que cette condition est remplie; et je supposerai dans toutes les discussions qu'il s'agisse de fours de même forme caractérisés par leur température que je ferai varier entre les limites que l'on rencontre dans l'industrie.

4° *Critique du four Biedermann et Harvey.*

L'examen succinct, qui précède, des progrès successifs apportés aux fours à chaleur régénérée, permet d'apprécier avec plus de justesse la valeur du nouveau four, tout en faisant la part des découvertes antérieures. Il est facile de voir que les inventeurs, MM. Biedermann et Harvey, ont su réunir dans leur appareil la plupart des progrès que nous venons de passer en revue.

En ce qui concerne les pertes de chaleur par refroidissement, on peut dire que la condensation des appareils

est aussi complète que possible et qu'il n'existe pas de four à régénération présentant une surface moindre. Le rayonnement des gazogènes est limité à deux parois, la façade et la paroi supérieure; celui des chambres est très diminué, puisque le rayonnement ne s'exerce plus par la face supérieure (commune au cendrier) et que, du reste, il n'y a qu'un groupe de chambres. Remarquons d'ailleurs que la position des chambres sous les gazogènes est préférable au dispositif habituel consistant à les placer sous le four (Pl. IV); dans ce dernier cas, en effet, pour assurer la conservation de la sole, il est nécessaire d'isoler le four du massif des chambres, et on le fait généralement par une circulation d'air; on perd donc le bénéfice de la paroi commune. Quant au rayonnement par le four même, on sait qu'il est nécessaire à la conservation; et il n'y a pas lieu de s'en occuper ici.

Les moyens tentés jusqu'ici pour l'enrichissement des gaz sont tous employés ou applicables : on peut injecter de la vapeur d'eau en telle quantité que l'on jugera nécessaire, puisqu'il y a trois kœrting pouvant fonctionner à volonté ensemble ou séparément. On peut alimenter le gazogène d'air chaud à température très élevée, puisqu'on le puise au sommet des chambres. Remarquons ici combien le dispositif du nouveau four est à cet égard simple et pratique : l'injection d'air chaud ne demande aucun carneau ni appareil spécial; il se fait par un simple kœrting, et encore cet injecteur est-il à deux fins, puisque son but est d'insuffler des produits brûlés. Grâce à ce dispositif, on voit que si l'on ne se préoccupait pas de la conservation de la grille, si l'on supposait que, par un artifice quelconque, on puisse maintenir dans le cendrier une température élevée, on pourrait n'alimenter le gazogène que d'air chaud à la température des chambres avec ou sans produits brûlés. Dans ce cas, le fonctionnement du four serait tel que

tout l'air nécessaire à la combustion, aussi bien l'air primaire (*) que l'air secondaire, serait chauffé par passage dans la chambre et participerait à la régénération ; on verra que, dans ce cas, l'utilisation de la chaleur est pratiquement complète. C'est là un avantage immense. Sans doute, il existe déjà des fours dans lesquels on chauffe l'air primaire, mais je n'en connais pas dont le dispositif soit aussi simple ; il n'en est pas surtout qui présente une telle élasticité de marche : à l'air froid, à l'air chaud, à la vapeur avec les produits brûlés employés en telles proportions que l'on veut. La seule critique que l'on puisse faire ici est la présence des injecteurs, qui est une complication, exige une chaudière consommant de la vapeur, et auxquels beaucoup d'industriels préfèrent le tirage naturel.

La combustion du charbon est parfaite, grâce à l'air chaud et au gazogène fermé ; les cendres sont tout à fait terreuses et exemptes de carbone.

A ces avantages qui sont bien le résumé des progrès antérieurs, il convient d'ajouter l'économie de construction qui ressort d'un simple examen des deux fours (Pl. III et IV), en tenant compte de la différence de dimensions : l'économie résulte : 1° de la position des gazogènes sur le même plan que le four qui supprime les fosses de gazogènes et les caves d'accès nécessaires à leur service ; 2° de la suppression d'une chambre de régénération ; 3° de l'existence de plusieurs parois communes au gazogène avec les chambres et avec le four ; 4° de la suppression des carneaux d'arrivée de gaz.

On comprend, après ces remarques, que le nouveau

(*) Dans la suite de cet article, pour simplifier le langage, je désignerai par *air primaire*, celui qui sert à la gazéification du combustible qui alimente les gazogènes ; par *air secondaire*, celui qui sert à brûler le gaz qui alimente le four.

four Siemens obtienne une certaine faveur auprès des industriels.

Il n'est cependant pas à l'abri de toute critique et le défaut essentiel qu'il importe de signaler est la nécessité de chauffer par l'arrière, en adoptant le four en fer-à-cheval au lieu des brûleurs se faisant face, dont l'usage est beaucoup plus général. Bien que MM. Siemens aient depuis plusieurs années employé le fer-à-cheval dans l'industrie verrière, qui possède les plus grands fours à chaleur régénérée, on peut se demander si cette forme permet d'obtenir une température aussi élevée et également répartie que dans les fours à lunettes opposées.

Enfin, il est à remarquer que tous les avantages signalés ci-dessus sont en dehors du nouveau brevet et ne sont même pas indiqués dans la note de MM. Head et Pouff. L'admission de produits brûlés est réalisée d'une façon très simple dans le four Biedermann et Harvey, mais je ne l'ai pas fait figurer parmi les perfectionnements, parce que la régénération de l'acide carbonique est d'une utilité très contestable. Sans aborder ici la critique de cette découverte, qui se rattache à l'étude de la régénération de la chaleur et qui sera traitée plus loin, remarquons seulement en passant ce fait, assez remarquable, de progrès très réels apportés à la construction des fours à gaz résultant de la mise en œuvre d'une idée qui, sans être absolument fausse, est du moins d'une valeur et d'un intérêt très douteux.

§ II. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'UTILISATION DE LA CHALEUR DANS LES FOURS A GAZ.

L'étude des fours à gaz qui précède, faite à un point de vue purement descriptif bien que permettant d'établir une comparaison entre les différents appareils, ne donne

aucune indication sur la valeur numérique des perfectionnements, sur les chiffres d'économies qui en résultent. Une semblable évaluation ne peut résulter que de recherches expérimentales effectuées sur des fours en marche.

L'utilité de telles recherches est trop évidente pour qu'il soit utile de la prouver : elles seules permettent d'éviter la reproduction d'erreurs excessives, telles que l'économie de 50 p. 100 promise par tant d'inventeurs; elles ont un but pratique, bien plus utile encore, c'est de donner des bases d'appréciation sérieuse lorsqu'on veut tenter une transformation d'outillage dans une industrie où le chauffage a un rôle important.

J'ai pu faire des mesures et expériences assez nombreuses sur deux fours anciens et nouveaux Siemens : ce sont ceux représentés dans les Pl. III et IV : l'un est un four de verrerie (*), construit en 1889 d'après les plans de la maison Siemens modifiés par M. Pöuff; l'autre (**), un four à réchauffer, construit en 1891 également sur les plans de la maison Siemens. J'aurais voulu, en étudiant ces appareils, en faire une comparaison rigoureuse, c'est-à-dire établir expérimentalement l'effet utile du combustible dans les deux cas. Mais ces fours étaient trop différents pour qu'aucun parallèle entre eux fût possible : le premier est d'une capacité de 200 mètres cubes, d'une allure absolument régulière, à température relativement peu élevée, consommant par jour 12 tonnes de houille; le second cube 15 mètres, fonctionne à températures variables, et ne consomme que de 1.200 à 1.500 kilo-

(*) Ce four appartient à la verrerie de Folembray et a été construit par M. J. Damour, directeur.

(**) Ce four appartient aux forges d'Eurville, dont M. Marcellot m'a gracieusement donné l'accès. Il a été construit par M. A. Damour, directeur, et est l'un des premiers construits en France d'après les nouveaux plans Siemens.

grammes de houille. L'étude expérimentale d'un four à réchauffer tel que le four Biedermann et Harvey est d'ailleurs à peu près impossible, car par suite des intermittences du laminage et du réchauffage se reproduisant toutes les vingt minutes, il n'y a aucune fixité ni dans les températures, ni dans la composition des gaz, ni dans la conduite du feu (*).

Je me suis donc borné à une monographie du four de verrerie, recherchant les imperfections, évaluant les pertes de chaleur qu'il comporte; cette étude me donnait évidemment un maximum de l'économie qu'on pouvait attendre d'un perfectionnement quelconque. Puis j'ai cherché dans quelle mesure on pouvait espérer remédier aux défauts que j'avais définis par l'application du nouveau système, en tenant compte des résultats pratiques que j'avais pu observer dans la marche de ce four. J'ai pu en déduire un chiffre approché, mais suffisamment exact, caractérisant le progrès accompli dans l'industrie qui m'intéressait.

1° *Monographie d'un four de verrerie Siemens ancien modèle.*

La Pl. IV donne le dessin du four; mais il a été apporté aux plans de MM. Siemens quelques modifications qu'il

(*) Il est d'ailleurs rare qu'on puisse faire une comparaison expérimentale rigoureuse entre deux fours; même dans la même industrie, deux fours en apparence identiques ne donnent pas toujours les mêmes résultats économiques; et si l'on a affaire à des fours différents, les progrès et modifications sont généralement partagés entre les gazogènes et le four, sans qu'il soit possible d'établir la part qui revient à chacun dans le progrès total. On ne peut donc le plus souvent établir un jugement que sur une monographie, en demandant au raisonnement de conclure la comparaison. Mais ainsi limitée, l'étude expérimentale a un grand intérêt, puisqu'elle donne un maximum de l'économie à réaliser.

est nécessaire d'indiquer. Les gazogènes, qui ne sont pas figurés sur le dessin, sont du type à grille horizontale (comme ceux de la Pl. III), mais à cendrier ouvert. Ils sont au nombre de huit, en deux groupes de quatre, dont le gaz est recueilli par une prise centrale. Les cendriers sont pleins d'eau. : cette disposition, qui a pour but d'éteindre les escarbilles, entraine une vaporisation considérable et contribue à fournir du gaz à l'eau.

Les deux prises de gaz se réunissent dans un collecteur d'une capacité de 60 mètres cubes; cet organe accessoire, préconisé par M. Pouff, a pour but d'arrêter les suies et semble avoir à cet égard un rôle utile, si on en juge par la quantité de suies qui s'y accumulent rapidement.

A la suite du collecteur est le clapet destiné à régler l'admission du gaz, puis l'appareil de distribution; la valve ordinaire des fours Siemens (Pl. III) a été remplacée à Folembray par la cloche d'inversion à eau dont le fonctionnement est très commode.

Puis viennent immédiatement les chambres de régénération surmontées du four, placées aussi près des gazogènes que le permet l'interposition des organes ci-dessus décrits.

On voit que le siphon a été supprimé; le tirage s'effectue par l'effet de la différence des niveaux entre les lunettes du four et les grilles des gazogènes, qui est de 7 mètres.

Les chambres de régénération sont très inégales, ce qui se justifie par le fait que la quantité de chaleur absorbée par l'air, c'est-à-dire emmagasinée par la chambre à air est beaucoup plus grande que celle nécessaire au chauffage du gaz.

Les carneaux d'évacuation des fumées à la sortie des deux chambres sont distincts jusqu'à la base de la cheminée et munis chacun d'un registre de réglage spécial.

Ce dispositif, assez rare dans les fours Siemens, est très avantageux : il permet de régler la proportion de produits brûlés traversant respectivement la chambre à air et la chambre à gaz, et indirectement d'agir sur la température des chambres. De là le moyen de donner au gaz et à l'air les températures les plus avantageuses pour obtenir le maximum du point de combustion ou le maximum de régénération de la chaleur; de là aussi possibilité d'agir sur le tirage et l'allure des gazogènes.

Un tel four fonctionne d'une façon très satisfaisante (*) sans à-coups ni coups de feu, sans que les clapets et les chambres s'encrassent jamais de la moindre trace de goudron. Il joint à la régularité d'allure l'économie de combustible. De construction récente, il peut être donné comme un des types les plus perfectionnés de la maison Siemens.

C'est à ce four qu'il s'agissait de substituer le nouveau. Les expériences qui suivent ont eu pour but d'estimer l'économie qu'on pouvait attendre du perfectionnement.

2° *Exposé des expériences et de leurs résultats.*

Les éléments nécessaires à l'étude complète du régime du four dont j'ai donné la description étaient :

1° Les températures aux divers points du four;

2° La composition des gaz;

3° Le poids de combustible brûlé sur la grille, poids brut de houille consommée et poids d'escarbilles à déduire;

4° Le poids d'eau vaporisée dans le cendrier;

5° Le poids de matières vitrifiables fondues et la quantité de gaz résultant de cette opération.

(*) D'après les renseignements que j'ai pu recueillir dans d'autres verreries, le four de Folembray serait de ceux dont la consommation de houille rapportée au poids verre fondu serait le plus faible.

J'ai fait toutes les mesures pendant la durée d'une seule expérience de 36 heures : les chiffres que je donne ne sont donc pas des moyennes, ce sont ceux qui correspondent à la marche normale du four soigneusement contrôlée par les appareils thermométriques pendant toute la durée de l'essai. Ils ont donc un intérêt au moins égal à celui de moyennes, et peuvent en outre être rapprochés les uns des autres tant au point de vue des compositions de gaz que des quantités de chaleur.

1°) **Températures.** — L'appareil de mesure dont je me suis servi est le pyromètre thermoélectrique de M. H. Le Chatelier (*). Cet instrument si pratique étant installé en permanence dans la halle du four que j'étudiais, j'ai pu faire les mesures avec précision en faisant la graduation sur place. Je me suis servi de trois couples différents, ce qui m'a permis de laisser chacun d'eux en place pendant toute la durée de l'essai et de faire par le jeu de commutateurs des lectures fréquentes et presque simultanées. Ces points essentiels au point de vue de l'étude de l'utilisation de la chaleur sont : l'admission du gaz; l'échappement des produits brûlés sortant de la chambre à air; l'échappement des produits brûlés sortant de la chambre à gaz.

Ces différentes mesures doivent être prises au voisinage des appareils d'inversion qui marquent la séparation entre le four et les gazogènes, d'une part, et le four et la cheminée, d'autre part.

Dans ces conditions, la température d'admission du gaz a varié entre 615° et 635°, conservant une grande fixité ; j'ai d'ailleurs constaté que cette température reste

(*) Voir : Étude sur la mesure des températures élevées dans l'industrie et sur le pyromètre thermo-électrique de M. H. Le Chatelier (*Bulletin de l'Association amicale des anciens élèves de l'école des mines*, et Librairie centrale des sciences).

constamment inférieure de 70° à 80° à celle des gazogènes, différence qui résulte des pertes de chaleur dans les conduites.

L'échappement des produits brûlés venant de la chambre à gaz s'est maintenue à une température très régulière, variant entre 430° et 450°, soit 440°, et des mesures faites de cinq en cinq minutes pendant une heure, c'est-à-dire entre deux inversions, ont accusé des différences inférieures à 20° centigrades; il y a seulement au moment de l'inversion un saut brusque durant à peine une minute, et qui résulte de la combustion du gaz par l'oxygène des produits brûlés. Il est assez surprenant que l'échappement se fasse à une température inférieure à celle de l'admission du gaz; c'est une anomalie dont je n'ai pu définir la cause en toute certitude, et qui peut être due soit au refroidissement par les parois des chambres, soit à une infiltration d'air froid difficile à éviter dans des carneaux en dépression. Il en résulte, en tout cas, que, dans la partie des chambres voisines de la cloche, la récupération est négative, les gaz commençant par se refroidir avant de récupérer la chaleur; c'est l'indice d'un vice de construction du four (dimension exagérée de la chambre à gaz) ou d'un défaut de marche.

La température d'échappement des chambres à air est évidemment beaucoup plus variable; elle suit une marche ascendante régulière entre deux inversions; les résultats de plusieurs heures (période normale entre deux inversions) m'ont donné les chiffres suivants :

Début.	330 degrés
Après un quart d'heure.	375 —
— une demi-heure	405 —
— trois quarts d'heure.	430 —
Fin.	450 —

ce qui correspond à une température moyenne d'environ 410°, inférieure de 30° à celle de la chambre à gaz.

Au moyen de ces deux chiffres 440° et 410°, il est possible de calculer la température moyenne d'échappement des produits brûlés; en effet, les registres étaient réglés de façon que les sections des deux carneaux se rendant à la cheminée fussent dans le rapport de 1 à 6; comme les conditions de tirage et de résistance sont à peu près les mêmes dans les deux chambres, on peut prendre ces chiffres comme caractérisant les masses de gaz passant dans chacune d'elles, et il est facile d'en déduire que la température moyenne est de 415°.

La température du four même n'a pas été mesurée au cours de cet essai; je l'ai seulement contrôlée fréquemment au moyen de la lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Noüel ; une nombreuse série de relevés antérieurs m'avait indiqué 1.520° comme température moyenne (*).

Enfin, une dernière donnée nécessaire à l'étude de la régénération est la température du gaz et de l'air de combustion débouchant dans le four à la sortie des chambres; j'emprunterai ces chiffres aux travaux de M. H. Le Chatelier, d'où il résulte que, dans un four Siemens à deux paires de chambres, et chauffé à 1.580°, l'écart entre l'admission du gaz et le four est de 350° à 400°, tandis que l'écart entre l'admission de l'air et le four atteint de 400° à 450°. Il s'ensuit que, dans le cas qui nous occupe, le gaz débouche dans le four à 1.150°, l'air à 1.100° (**).

(*) Les températures que j'ai relevées sont différentes de celles données par M. H. Le Chatelier (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1891), à la suite d'expériences faites sur le même four de Folembray. C'est qu'en effet, dans le but d'améliorer la qualité du verre, on avait été conduit à donner au four une allure beaucoup plus chaude; la consommation de houille s'était de ce fait accrue de 1.500 kilogrammes pour vingt-quatre heures, le poids de verre fondu ayant d'ailleurs un peu décru.

(**) H. Le Chatelier, *Sur les températures développées dans les foyers industriels* (*Bull. Soc. Encourag.*)

2°) **Composition des gaz.** — Les analyses de gaz que j'ai effectuées ont porté sur des prises d'essai faites pendant la même période d'expériences. Le dosage de l'eau était fait en même temps que la prise d'essai. Pour l'analyse, j'ai employé la burette Bunte pour les dosages de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et de l'oxygène, l'eudiomètre de Bunsen pour doser dans le résidu l'hydrogène et les hydrocarbures. L'emploi d'eau salée préalablement saturée du gaz à analyser assurait l'exactitude des analyses avec une approximation d'au moins 0,5 p. 100.

Voici, dans ces conditions, les résultats de mes recherches exprimés en volumes :

Gaz de gazogène.

Acide carbonique	5,2
Oxyde de carbone	20,3
Hydrogène	13,2
Hydrogène protocarboné	3,1
Azote	58,2
	100,0
Eau	2,5

Produits de combustion.

Acide carbonique	16,6
Oxygène	1,0
Azote	82,4
	100,0
Eau	12,2

3°) **Mesure de la quantité de houille brûlée dans les gazogènes.** — Cette mesure demande quelques précautions : les gazogènes contenant une hauteur de combustible variant de 85 à 90 centimètres, j'ai mesuré cette hauteur au début et à la fin de l'essai. J'ai fait nettoyer les cendriers avant et après, afin d'avoir exactement les poids d'escarbilles à déduire du combustible consommé.

Enfin, j'ai apporté le plus grand soin aux prises d'essai de houille et d'escarbilles.

La consommation de houille s'est élevée en 36 heures à 14.850 kilogrammes.

Je dois à l'amabilité de M. Mahler (*) l'étude complète dé la houille de Béthune, employée exclusivement dans les gazogènes, et dont voici les résultats :

	Analyse élémentaire.	Abstraction faite des cendres et de l'eau.
Carbone	82,418	87,031
Hydrogène	5,089	5,374
Oxygène et azote	7,193	7,595
Cendres	4,100	»
Eau hygroscopique	1,200	»
	100,000	100,000

	p. 100
Matières volatiles, abstraction faite des cendres et de l'eau.	30,41
Coke, sans les cendres	69,59
	100,00
	calories
Pouvoir calorifique observé	8.210
Pouvoir calorifique, abstraction faite des cendres et de l'eau.	8.668

La production d'escarbilles a été de 3.769 kilogrammes se décomposant comme suit :

Escarbilles	2.405
— fines	422
Cendrons	422
Mâchefer	520
	3.769

(*) Le pouvoir calorifique a été déterminé au moyen de la bombe calorimétrique dont la précision ne laisse rien à désirer; la composition est le résultat d'une des nombreuses analyses que M. Mahler a faites avec tant de méthode au laboratoire de l'École des mines.

Voir : *Contribution à l'étude des combustibles*, par M. Pierre Mahler, extrait du *Bulletin de la Société d'encouragement.*

Les compositions de ces divers éléments sont respectivement :

	GROSSES	FINES	CENDRONS	MACHEFER
Eau hygrométrique	35,50	28,50	28,20	14.30
Carbone fixe	51,12	36.83	30,34	4,93
Cendres.	13,38	34,67	41,46	80,77
	100,00	100,00	100,00	100,00

Cette division en catégories correspond aux exigences de la vente : la première a une valeur de 0f,55 l'hectolitre, soit un poids moyen de 51 kilogrammes, donnant 1f,10 les 100 kilogrammes ; la seconde se vend au prix de façon ; les cendrons et mâchefers sont inutilisés.

4°) **Poids d'eau vaporisée sous le cendrier.** — Le jaugeage a été fait en arrêtant les robinets et versant l'eau avec un seau de capacité connue ; j'ai d'ailleurs eu soin de ramener le niveau à la même hauteur au début et à la fin de l'expérience. L'eau vaporisée s'est élevée à 10^{ms},120, dont il convient de déduire 1^{ms},149 contenu dans les escarbilles d'après les analyses ci-dessus : ce qui porte le chiffre net à 9^{ms},970, qui, rapportés aux 14.850 kilogrammes de houille, correspondent à 67 p. 100 du poids de combustible employé.

Une partie de cette eau est entraînée par l'air et passe par les gazogènes, une partie se dégage à l'air, en sorte qu'il n'y a pas de rapprochement à faire entre la quantité d'eau vaporisée et ce que l'analyse m'a indiqué dans le gaz.

5°) **Poids de matières vitrifiables fondues.** — La connaissance de cette donnée n'a d'intérêt, dans le cadre de cette étude, que parce que les matériaux servant à la fabrication du verre contiennent près de 30 p. 100 de gaz qui viennent s'ajouter aux produits brûlés et ont un rôle dans la régénération.

Pendant la période de 36 heures, il a été chargé 25.150 kilogrammes de matières vitrifiables, fournissant

environ 17.000 kilogrammes de verre et contenant, par conséquent, 7.750 kilogrammes de gaz, eau, acide carbonique et acide sulfurique. Le poids d'acide carbonique est de 180 kilogrammes par tonne de verre, soit 3.060 kilogrammes pour la charge totale correspondant, on le sait, à une consommation de 14.850 kilogrammes de houille.

3° *Calcul du rendement calorifique.*

Les chiffres précédents permettent de calculer le rendement du four au point de vue calorifique, c'est-à-dire d'évaluer la chaleur consommée par le four même, tant pour en compenser le rayonnement que pour fournir les chaleurs des réactions qui s'y passent, et la chaleur perdue, celle qui est consommée par tous les organes annexes, chambres, gazogènes, etc., ou emportée par les fumées.

Voici le principe de ce calcul :

On connaît la composition du gaz des gazogènes et la température à laquelle il entre dans le four en débouchant de la chambre de régénération; on déduit de ces deux données la chaleur totale, c'est-à-dire le nombre de calories disponibles par unité de volume de gaz. On connaît la température de l'air; l'analyse des fumées permet d'ailleurs de déterminer l'oxygène excédant ce qui est nécessaire à la combustion et, par suite, la quantité totale d'air admise dans le four par unité de volume de gaz. De ces deux données, on déduit encore le nombre de calories disponibles dans l'air de combustion.

La somme de ces deux chiffres de calories donne la chaleur totale fournie au four par la combustion de l'unité de volume de gaz.

Connaissant la composition de la houille et celle des gaz, on peut d'ailleurs calculer le poids de combustible correspondant à cette unité de volume de gaz et obtenir

ainsi la chaleur fournie au four, rapportée au poids de charbon brûlé, c'est-à-dire à la chaleur totale disponible.

La chaleur soustraite au four se calcule de la même manière à l'aide de la composition et de la température des produits brûlés, et peut aussi être rapportée au poids de charbon consommé.

La différence entre la chaleur fournie au four et celle qui lui est soustraite par les fumées donne évidemment la mesure de la chaleur absorbée par le four; en la rapportant au nombre de calories disponibles dans la houille consommée, on obtient le rendement calorifique du four. Le complément à 100 de ce chiffre donne la chaleur perdue.

Prenons le détail du calcul :

1°) **Chaleur apportée par le gaz.** — Ce gaz arrive à la température de 1.150°; il possède deux sources de chaleur : chaleur latente et chaleur sensible, qui sont résumées dans le tableau suivant (*) :

COMPOSITION du gaz	ANALYSE en volume	CHALEURS moléculaires		CHALEURS totales	CALORIES disponibles pour 1 volume
		d'échauffement à 1.150°	de combustion		
C^2O^4	5,2	14,6	»	14,6	75,9
C^2O^2	20,3	8,4	68	76,4	1.550,9
H^2	13,2	8,4	58	66,4	876,5
C^2H^4	3,1	19,3	188	207,3	642,6
Az^2	58,2	8,4	»	8,4	488,8
	100,0				
H^2O^2	2,5	13,0	»	13,0	32,5
					3.667,2

(*) Les chiffres de calories sont tous rapportés à la molécule de gaz, c'est-à-dire à $22^l,32$. L'unité du volume adoptée est égale à 100 molécules, soit 2.232 litres.

Les chaleurs d'échauffement ont été empruntées aux travaux de MM. Mallard et H. Le Chatelier.

L'unité de volume de gaz soit, 2.232 litres, a donc fourni au four 3.667 calories.

Reste à chercher le poids de charbon correspondant.

Or, l'unité de poids de charbon contient 82,4 p. 100 de carbone pur; ce carbone n'est pas entièrement consumé sur la grille, puisqu'il se produit des escarbilles. Le déchet est le suivant pour 14.850 kilogrammes de charbon brûlé :

Escarbilles	2.405	à 51,1	de carbone =	1.228	
— fines	422	36,8	—	155	
Cendrons	422	30,3	—	127	307
Mâchefer	520	4,9	—	25	
				1.535	

Les 14.850 kilogrammes de houille contiennent, à 82 p. 100, 12.182 kilogrammes de carbone; le déchet est donc de $\frac{1.535}{12.182}$, soit 12,6 p. 100, d'où résulte que le poids de carbone effectivement brûlé n'est que 72,1 p. 100 du poids du combustible.

Ces 72,1 p. 100 entrent tout entiers dans la composition du gaz de gazogène, sous forme d'oxyde de carbone, d'acide carbonique ou de carbure d'hydrogène. Dans ces conditions il est facile de voir que l'unité de volume du gaz contient 342 grammes de carbone ; l'unité de poids, le kilogramme de houille, en contient 721 grammes. Il faut donc, pour obtenir 1 volume de gaz, brûler $0^{kg},475$ de houille. Remarquons que, la houille ayant un pouvoir calorifique de 8.210 calories, $0^{kg},475$ en contiennent 3.900.

2°) **Chaleur apportée par le gaz.** — Calculons d'abord le volume d'air admis dans le four correspondant à un volume de gaz brûlé : cette détermination est rendue difficile par la présence de l'oxygène en excès accusé par

l'analyse des produits brûlés, et surtout par la présence dans ces produits brûlés d'acide carbonique provenant des matières vitrifiables.

Il est donc nécessaire de compléter d'abord l'analyse élémentaire des fumées par la détermination de la quantité d'acide carbonique provenant des matières vitrifiables dans le gaz brûlé. Ce calcul nous servira encore par la suite.

Or, d'après ce qui précède, les 14.850 kilogrammes de houille brûlée contiennent 10.467 kilogrammes de carbone utile qui donneront dans les produits brûlés 39.039 kilogrammes d'acide carbonique. Les matières vitrifiables en fournissent $\frac{3.060}{41.100}$, soit environ 1/10, de sorte que la composition des produits brûlés peut se chiffrer comme suit :

		molécules.		gr.
C^2O^4	provenant des matières vitrifiables....	1,2	=	52,8
C^2O^4	— de la combustion........	15,4	=	677,6
O^4	en excès....................	1,0	=	8,0
Az^2	—	82,4	=	1.153,6
		100,0		

H^2O^2	provenant du gaz..........	1,4	} 12,2	=	219,6
H^2O^2	résultant de la combustion.....	10,8			

Il s'ensuit que l'unité de volume de produits brûlés contient 185 p. 100 de carbone provenant du combustible qui correspond à $0^{gr},256$ de houille, soit 2.102 calories. On déduit encore de ces chiffres qu'un volume de gaz des gazogènes correspond à 0,475 : 0,256 = $1^v,85$ de gaz brûlés.

D'après ces chiffres, il est facile de voir que, pour $26^{mol},2$ d'oxygène servant à la combustion, il y a 1 molécule d'oxygène en excès et, en se reportant à la composition du gaz de gazogène, qu'il faudra, pour brûler 1 volume

de gaz, admettre dans le four $\left(\frac{33,5}{2} + 6,2\right)\frac{27,2}{26,2} = 24$ molécules d'oxygène.

La quantité d'air nécessaire s'élèvera à :

Oxygène.	24	114 molécules
Az.	90	

qui, chauffés à 1.100°, apportent 800 calories.

Et la chaleur totale fournie au four par unité de volume de gaz brûlé s'élève à

3.667 + 800 = 4.467 calories.

3° **Chaleur emportée par les fumées.** — Le calcul se fait de la même manière.

COMPOSITION DES FUMÉES	ANALYSE en volumes	CHALEUR moléculaire d'échauffement à 1.520°	CHALEUR totale emportée
C^2O^4.	16,6	21,7	360
O^4.	1,0	11,8	984
Az^2.	82,4	11,8	
H^2O^2.	12,2	19,1	233
			1.577

Donc, l'unité de volume de produits brûlés emporte 1.577 calories ; on sait qu'elle correspond à la combustion de 256 grammes de houille : il s'ensuit que la chaleur emportée pour un volume correspondant à 475 grammes de houille, c'est-à-dire à l'unité de volume de gaz, s'élève à 2.945 calories.

La différence entre les deux chiffres de chaleurs fournie et emportée représente la chaleur consommée par le four.

4.467 — 2.945 = 1.522.

En la rapprochant du chiffre de calories contenues

dans les 475 grammes de houille, soit 3.900, on trouve un rendement de

$$\frac{1.522}{3.900} = 39 \text{ p. } 100.$$

et la chaleur perdue soit par les organes accessoires, soit par les fumées, soit par la combustion incomplète du charbon, soit par toutes les causes qu'il est difficile d'évaluer, infiltrations d'air froid, échappement de produits brûlés par les ouvreaux, etc., s'élève à 61 p. 100. Un tel chiffre n'est pas bien satisfaisant et semble laisser encore un vaste champ aux perfectionnements : il faut cependant remarquer que, si l'on s'en tient au système de régénération actuellement en usage, une partie de ces pertes peut être considérée comme inévitable : par exemple l'emploi de vastes chambres de régénération implique une perte par rayonnement considérable qu'on peut arriver à réduire, mais sans la supprimer complètement; les gazogènes subissent également des refroidissements inévitables; le tirage à la cheminée exige que les fumées soient encore un peu chaudes, au moins à 100 degrés, etc.

Il m'a donc paru intéressant de compléter l'étude du rendement par un examen plus détaillé des pertes de chaleurs indépendantes du four, m'attachant spécialement à celles que l'on peut espérer supprimer par les perfectionnements apportés au four sans changer le principe de la régénération, en un mot à ce que l'on peut appeler les pertes de chaleurs inutiles.

4° *Mesure des pertes de chaleur.*

Elles se résument à trois chefs principaux :

1° Pertes par rayonnement;

2° Combustion imparfaite du charbon;

3° Perte par les gaz brûlés à la cheminée.

Je les rapporterai toutes au chiffre de chaleur totale

disponible, c'est-à-dire au nombre de calories contenues dans la houille consommée. De cette façon, il sera possible de les additionner pour obtenir la perte totale.

1°) **Perte par rayonnement.** — Nous n'avons pas ici à nous occuper du refroidissement du four même, qui est nécessaire à sa conservation et qui, d'après une remarque antérieure, est en dehors du cadre de cette étude.

Les chiffres ci-dessus permettent de calculer la valeur de cette perte entre les gazogènes et les chambres, c'est-à-dire *dans le collecteur et la conduite d'arrivée du gaz.*

Le gaz, sortant des gazogènes à 700 degrés, n'est plus qu'à 620 degrés à son entrée dans les chambres : il a donc perdu la chaleur d'échauffement entre ces deux températures, chaleur qu'il est facile de calculer puisque la composition du gaz est connue. On peut d'ailleurs calculer le poids de houille correspondant à l'unité de volume de gaz en se basant sur les quantités de carbone contenues dans le gaz et dans la houille, et en déduire le nombre de calories disponibles. Le rapport de ces deux chiffres donne la mesure de la perte : j'ai trouvé qu'il était de 1,8 p. 100 (*).

(*) Je reproduis ici en entier le calcul, dans lequel les chiffres se rapportent toujours à la molécule 22¹,32 :

COMPOSITION du gaz	CHALEUR SPÉCIFIQUE d'échauffement		CHALEUR d'échauffement totale		DIFFÉRENCE
	à 620°	à 700°	à 620°	à 700°	
C^2O^4 . . . = 5,2	6,71	7,78	34,8	40,45	5,7
C^2O^2 . . . = 20,3	4,46	5,07	90,5	102,90	12,4
H^2 . . . . . = 13,2	14,46	5,07	58,9	66,90	8,0
C^2H^4 . . . = 3.1	8,37	9,89	26,7	30,60	3.9
Az^2 . . . . = 58,2	4,46	5,07	259,5	295,10	35,5
100,0					
HO . . . . = 3,5	6,13	7,08	21,5	24,80	3,3
			491,9+	560,70	68,8

68,8 : 3.900 = 1,8 p. 100.

Dans les gazogènes, une partie du refroidissement se fait par les cendriers en produisant une vaporisation abondante. D'après les chiffres que j'ai donnés, la vaporisation atteint 67 p. 100 du poids de combustible employé.

En tenant compte de la température de l'eau admise sous la grille, 40°, et de la température de volatilisation, 80°, on trouve que ces 670 grammes vaporisés par kilogramme de houille absorbent 395 calories. Comme la houille employée a un pouvoir calorifique de 8.210, la vaporisation de l'eau sous la grille se chiffre par une perte de $\frac{395}{8.210}$ soit 4,8 p. 100 de la chaleur totale.

Sans doute cette vaporisation d'eau n'est pas inutile : dans le four qui nous occupe elle produit du gaz à l'eau, enrichit le gaz de gazogènes, mais il n'en reste pas moins vrai que la vaporisation de l'eau absorbe de la chaleur, que cette chaleur n'est recouvrée nulle part : c'est une véritable perte de chaleur qui est de 4,8 p. 100.

2°) **Combustion imparfaite du charbon.** — *Escarbilles.* — Il résulte des chiffres donnés plus haut, que le carbone non brûlé s'élève à 1.535 kilogrammes pour 14.580 kilogrammes de houille. La chaleur de combustion du carbone étant de 8.080, la perte de chaleur s'élève à 10,4 p. 100 du nombre de calories disponibles.

3°) **Chaleur emportée par les fumées.** — Le calcul se fait exactement comme pour déterminer la chaleur emportée du four. J'admettrai que le tirage de la cheminée exige une température de 100°, et ne compterait par conséquent la chaleur perdue qu'entre 100° et 440°, température observée.

Dans ces conditions, le calcul donne 13,3 p. 100 (*).

(*) (*Voir le tableau au bas de la page suivante.*)

En additionnant les résultats ci-dessus, on trouve :

Perte par	refroidissement avant les chambres. .	1,8
—	vaporisation d'eau sous les grilles. . .	4,8
—	combustion imparfaite du carbone . .	10,4
—	la chaleur emportée à la cheminée. . .	13,3
	Formant un total de.	30,3

Ce chiffre est évidemment un minimum, et est loin de donner la chaleur totale inutilisée; mais il représente assez exactement ce qu'on peut appeler la chaleur inutilement perdue, celle qu'on peut espérer regagner par les perfectionnements apportés aux fours.

En le rapprochant du chiffre de perte totale donné plus haut et qui s'élève à 61 p. 100, on voit qu'il reste encore 30 p. 100 représentant toutes les pertes dont je n'ai pu préciser la valeur. Dans ce chiffre, les deux éléments principaux sont l'échappement de gaz brûlés par les ouvreaux et le refroidissement des chambres. Le rayonnement des chambres figure donc pour une très grande part et l'on voit, par là, l'avantage qu'il y a à ne pas en augmenter outre mesure les dimensions. L'économie qui peut résulter de la suppression d'un des groupes de chambres peut être considérable et atteindre un chiffre

---

COMPOSITION DU GAZ		CHALEURS SPÉCIFIQUES d'échauffement		DIFFÉRENCE	CHALEUR perdue
éléments	en volume	à 100°	à 415°		
					calories
C^2O^4.	16,1	0.69	4.20	3,51	58,1
O.	1,0	06,8	2.94	2.26	188,1
Az.	82,4	0,68	2,94	2,26	
	100,0				
HO.	12,2	0,84	3,88	3,04	37,1
					283,6

chiffre qui, rapporté aux 2.202 calories contenues dans $0^{gr},256$ de houille, donne 13,3 p. 100.

dont l'ordre de grandeur serait de 5 à 10 p. 100 et plus.

Dans ces conditions, la chaleur inutilement perdue atteindrait de 35 à 40 p. 100.

5° *Critique de l'ancien four comparé au nouveau.*

Le nouveau four permet-il de remédier à ces pertes ? C'est ce qu'il nous reste à établir.

En ce qui concerne le refroidissement, le progrès est manifeste : j'ai assez insisté sur les avantages de construction pour qu'il soit inutile d'y revenir ; on peut donc compter sur l'économie de 1,8 p. 100 à laquelle on peut ajouter un chiffre bien plus élevé résultant de la suppression de la chambre à gaz, mais sur lequel je n'ai pas de donnée précise.

En ce qui concerne la vapeur d'eau, il n'y a pas entre les deux fours d'avantage bien marqué ; la seule différence consiste en ce que, dans un cas, la chaleur de vaporisation est fournie par le four même ; dans l'autre cas, elle est fournie par une source extérieure, d'où il résulte une économie de combustible plus apparente que réelle.

Quant aux escarbilles, il n'en existe plus, la combustion est complète ; les cendres sont d'une apparence de schiste : d'où économie de 10,4, si l'on ne tient pas compte de la vente des escarbilles.

Donc, on peut compter d'ores et déjà sur une économie d'au moins 12 p. 100 et sur un chiffre bien plus élevé par suite de la suppression d'un groupe de chambres.

Quant à la perte par les fumées, c'est-à-dire au défaut de récupération, qui est le plus gros facteur, la conclusion ne saurait être aussi catégorique, sous peine d'être démentie par les résultats d'expériences. De fait, la température à la base de la cheminée du four à réchauffer que j'ai étudié est peu inférieure à celle du four de verrerie, mais en cette matière les données expérimentales

n'ont pas une valeur indiscutable : la température à la base d'une cheminée dépend de bien des causes étrangères à la valeur propre du four; la façon dont le four est conduit a une importance capitale; la longueur des conduits allant à la cheminée a aussi son influence, et il arrive souvent que des chambres trop grandes, et des carneaux très longs donnent l'illusion d'une récupération parfaite, alors qu'il n'y a qu'un refroidissement tout à fait inutile. Nous laisserons donc les données expérimentales et demanderons, à une étude raisonnée des lois de la récupération, la conclusion de cette critique.

§ III. — DE LA RÉGÉNÉRATION DANS LES FOURS A GAZ.

La régénération de la chaleur, c'est-à-dire l'art d'utiliser toutes les chaleurs perdues dans les fours, est assujettie à quelques lois très simples et évidentes, mais qu'il est nécessaire d'avoir toujours devant les yeux pour l'étude de cette question :

1° Dans un four à gaz, la seule source de chaleur est le combustible brûlé sur la grille. Les gaz brûlés, tels que l'eau et l'acide carbonique, ne sont pas des combustibles et ne peuvent fournir aucune calorie; décomposés en un point avec absorption de chaleur, ils se recombinent en un autre point en dégageant une chaleur égale, mais sans que la chaleur totale dégagée par le combustible soit en rien modifiée. Ce sont des agents de transport de chaleur; ils transforment la chaleur sensible en chaleur latente ou réciproquement, et sont d'utiles auxiliaires de la répartition des températures dans un four, permettant par là d'améliorer la régénération, mais sans qu'on puisse en rien attendre de plus.

2° Le seul gaz servant à la combustion de cette houille

est l'air atmosphérique. L'eau et l'acide carbonique ne sont pas des gaz comburants ; décomposés en un point d'un four, ils se reconstituent en un autre point, sans rien céder en fin de compte de leur oxygène au charbon. Donc, quel que soit le système de four et de gazogènes, la quantité d'air totale employée est toujours la même pour un poids donné de houille. Les seules différences consistent en ce que la proportion de l'air primaire à l'air secondaire peut varier, ces deux éléments restant assujettis à la condition d'avoir une somme constante.

3° En définitive, toutes les réactions de combustion se réduisent à une seule, la combustion du charbon, et la chaleur totale produite est toujours égale à la chaleur dégagée par cette combustion *faite à l'air froid.*

C'est à ce chiffre, qui n'est autre que la puissance calorifique de la houille, qu'il faut rapporter toutes les chaleurs dégagées, ainsi que nous l'avons fait (*).

La régénération de la chaleur est soumise également à deux lois simples :

(*) Si simples que soient les remarques ci-dessus, elles ont cependant été souvent perdues de vue par des ingénieurs et constructeurs des plus versés en cette matière, qui semblent avoir demandé à l'eau ou à l'acide carbonique de développer de la chaleur et ont considéré la vapeur d'eau comme remplaçant partiellement le charbon.

Il n'est pas rare, par exemple, de voir des comparaisons entre divers fours et gazogènes basées uniquement sur les puissances calorifiques des gaz produits, sans qu'il soit donné aucune indication sur la température à laquelle les gaz sortent des gazogènes ni surtout sur le poids du combustible brûlé auquel l'unité de volume correspond. Dans ces conditions, la donnée est sans aucune valeur, et raisonner ainsi est méconnaître les principes que j'ai indiqués.

La décomposition de l'eau refroidit le gazogène en absorbant une quantité de chaleur sensible exactement égale à ce que l'hydrogène dégage ensuite en brûlant dans le four; le gaz est plus riche, contient plus de chaleur latente, mais il est plus froid, contient moins de chaleur sensible.

Le nombre de calories calculé d'après la composition du gaz

1° Pour que la régénération soit complète, il faut que les gaz brûlés n'emportent aucune calorie, c'est-à-dire s'échappent de la cheminée à une température voisine de la température extérieure ; ceci implique que les gaz à chauffer (air ou gaz) soient admis dans les chambres à la température extérieure. C'est bien le cas pour l'air, mais pas pour les gaz dont la température est de 600° à 800°. Il en résulte que, dans un four à gaz tel que celui dont j'ai donné la description, à deux paires de chambres, la récupération totale est impossible.

2° Pour qu'il y ait échange complet de calories entre deux masses gazeuses, il faut que la chaleur totale d'échauffement des gaz qui absorbent la chaleur soit au moins égale à celle des fumées qui cèdent leur chaleur.

Examinons les conséquences de ces principes dans les différents cas que présente l'industrie. Nous supposerons, pour la commodité du raisonnement, que le combustible est du carbone, mais les conclusions s'appliquent également à des combustibles hydrogénés, pourvu qu'on base les calculs sur leur pouvoir calorifique.

1° *Emploi de l'air atmosphérique seul comme gazéifiant.*

Trois cas peuvent se présenter.

Chauffage de l'air secondaire seul. — La récupération est évidemment incomplète, car les produits de combustion ont une masse très supérieure à celle de l'air.

Pour une molécule de carbone $C^2 = 12$, la combustion totale donne une molécule d'acide carbonique C^2O^4 et quatre molécules d'azote venant de l'air.



$$C^2 + O^4 + 4Az^2 = C^2O^4 + 4Az^2.$$

n'indique donc rien si l'on ne donne pas en même temps la température et le poids de combustible correspondants et ne permet de tirer aucune conclusion quant à la valeur d'un four.

Le volume d'air secondaire est la moitié du volume d'air total

$$O^2 + 2Az^2.$$

A 1600°, les produits brûlés $C^2O^4 + 4Az^2$ contiennent 72,5 calories.

L'air secondaire, supposé chauffé par récupération à cette température, en contient 30; la différence 72,5 — 30 = 42,5 rapportée à la chaleur totale dégagée, 97 calories, représente une perte de 43 p. 100.

A 1400°, la perte n'est plus que de 63 — 27 = 36, soit 37 p. 100.

Ces deux chiffres sont encore augmentés en pratique par suite de la formation inévitable de l'acide carbonique dans les gazogènes, qui diminue la proportion d'air secondaire.

Donc, dans les fours n'employant que l'air et ne chauffant par récupération que l'air secondaire, il y a une perte minima pour les fumées, de 37 à 43 p. 100.

Chauffage de l'air secondaire et du gaz. — On remédie partiellement à ce défaut en chauffant le gaz; ce cas est celui des fours Siemens primitifs à siphon. Mais ce moyen est encore insuffisant. L'effet de la récupération est en effet limité à la température des gaz sortant des gazogènes qui, lorsqu'on n'emploie pas de vapeur d'eau, est d'environ 700°. Il ne s'exercera donc sur la chaleur disponible après chauffage de l'air, que dans le rapport de la chaleur totale d'échauffement des produits brûlés à la température du four (1.600° ou 1.400°) à la chaleur totale d'échauffement à 700°.

Le calcul donne à 1.600° le coefficient d'utilisation égal à 65 p. 100, et à 1.400° : 60 p. 100, et réduit les pertes de chaleur indiquées ci-dessus, à un même chiffre de 15 p. 100.

Ces chiffres sont théoriques et évidemment assez loin de la vérité; mais, rapprochés de ceux du cas précédent,

ils donnent une idée de l'avantage résultant du chauffage des gaz.

Ils m'ont inspiré une autre réflexion concernant le siphon, qui s'accorde avec une assertion de M. Frédéric Siemens dans une de ses premières brochures sur les fours à gaz. L'illustre inventeur affirmait que le siphon n'a pas d'inconvénient, et que le refroidissement qu'il produit est compensé par le passage du gaz dans les chambres. Ceci est absolument vrai dans un four où l'on ne fait usage que d'air, puisque la récupération la plus parfaite laisse encore de 11 à 14 p. 100 de chaleur disponible, tandis que le refroidissement du siphon atteint seulement de 5 à 7 p. 100.

Chauffage de l'air primaire et de l'air secondaire. — Ce cas serait celui du four Biedermann et Harvey, si l'on n'injecte pas de produits brûlés et si l'on suppose que le gazogène résistant à 1.000° ou 1.200°, puisse être alimenté exclusivement d'air chaud emprunté au sommet des chambres.

Pas plus que dans les cas précédents, la récupération totale n'est possible, parce que la chaleur spécifique d'échauffement de l'acide carbonique est supérieure à celle de l'oxygène

A 1.400 degrés la différence s'élève à.	20 — 10,7	=	9,3
A 1.600 — — à.	24 — 12,1	=	11,9

Ces chiffres, rapportés à la chaleur de combustion du carbone 97, donnent respectivement, à 1.400° et 1.600°, des chiffres de perte de 9,6 p. 100 et 12,2 p. 100, un peu plus satisfaisants que dans le cas précédent.

Peut-on améliorer encore ce rendement par le chauffage de l'air, comme dans le cas précédent? Peut-on, en un mot, récupérer la chaleur par l'air primaire, l'air secondaire et par le gaz ?

Lorsqu'on n'emploie que l'air comme gazéifiant, cette

triple récupération est impossible. Il est clair, en effet, que le meilleur agent pour emmagasiner la chaleur est l'air, puisque c'est ce gaz qui est à la température la plus basse. On n'aura donc intérêt à chauffer le gaz que lorsque l'air aura absorbé toute la chaleur possible, c'est-à-dire lorsque l'air aura atteint une température au moins égale à celle des gazogènes. Dans ces conditions, il est possible de calculer la température à partir de laquelle la régénération par les gaz est possible, c'est celle pour laquelle la gazéification du carbone :



$$C^2 + O^2 = C^2O^2,$$

se fait sans changement de température. Or, cette température dépasse infiniment toutes celles que l'on peut atteindre dans les fours.

En résumé, avec l'emploi de l'air seul comme gazéifiant, la *récupération totale est impossible*, la perte de chaleur s'élèvera toujours au moins à 10 p. 100. C'est le chauffage total de l'air qui donne les résultats les plus satisfaisants.

2° *Emploi de l'eau comme auxiliaire gazéificateur.*

L'emploi de l'eau comme gazéifiant a été essayé depuis longtemps par bien des inventeurs. La propriété (très spécieuse en vérité) qu'a ce corps de donner par sa décomposition deux gaz combustibles sans mélange d'azote, a fait fonder sur son emploi des espérances le plus souvent exagérées, et a été l'origine de bien des mécomptes et de bien des erreurs de raisonnement. Toutes les erreurs résultent de ce qu'on a voulu voir dans l'eau une véritable source de gaz, un auxiliaire du charbon, tandis que ce corps, qui, par sa nature, ne peut apporter aucune chaleur au four, et en absorbe même pour sa vaporisation, ne peut intervenir que comme auxiliaire de la régé-

nération. C'est donc par l'étude de la régénération qu'on peut en préciser le rôle.

L'eau a un double rôle : 1° Se substituant à l'oxygène pour la gazéification, elle diminue la quantité d'air consommée dans le gazogène, augmentant d'une quantité égale l'air secondaire; 2° Elle abaisse la température du gaz d'une quantité de chaleur correspondant à la décomposition de l'eau, et cet abaissement de température est accompagné d'un enrichissement du gaz se traduisant par une production d'hydrogène ou d'oxyde de carbone en proportion telle que leur chaleur de combustion représente exactement la chaleur sensible perdue. Mais après cet enrichissement, la chaleur totale, et par suite la température de combustion (avec de l'air froid), ne sont en rien modifiés.

L'examen de ce double rôle dans les différents cas de récupération nous donnera l'exacte mesure des avantages du gaz à l'eau.

1° La récupération porte sur l'air secondaire seul. — Ce cas est celui des fours de la Compagnie du gaz dans lesquels il n'existe de chambres que pour l'air secondaire et où les gazogènes sont du système Lencauchez à injection de vapeur.

Le gaz ne prenant pas part à la récupération, il est clair que le second des deux rôles de la vapeur d'eau est sans intérêt, l'abaissement de température est même nuisible.

Par contre le premier rôle est très utile : augmenter l'air secondaire, c'est accroître la masse d'air traversant les chambres d'empilages, c'est améliorer la régénération.

Sans faire de nouveau calcul, il est facile de voir, d'après la discussion précédente, que la récupération de la chaleur sera comprise entre le chiffre qui correspond au chauffage total de l'air et celui qui correspond au chauf-

fage de l'air secondaire seul : à 1.600° la perte de chaleur sera comprise entre 43 p. 100 et 12,2 p. 100, à 1.400° entre 37 p. 100 et 9,6 p. 100. En pratique, les gaz les plus riches ne contiennent pas plus de 18 p. 100 de H contre 23 de CO. Admettons, pour obtenir un maximum, qu'il y ait volumes égaux de ces deux gaz. Il en résulterait que la moitié de l'air primaire serait remplacée par de la vapeur d'eau et que la perte de chaleur serait ramenée de 43 p. 100 à 27,6 p. 100 à 1.600°, de 37 à 23,3 p. 100 à 1.400°.

A ce chiffre de perte il convient d'ajouter la chaleur de vaporisation de l'eau qui s'élèvera à 4,8 p. 100, ce qui porte les chiffres précédents à :

1.400°	perte de chaleur	= 28,1 p. 100
1.600°	—	= 32,6 —

2° **La récupération porte sur l'air et le gaz.** — C'est le cas des fours Siemens à deux paires de chambres avec gaz à l'eau : c'est le four dont j'ai donné la monographie.

Le double rôle de la vapeur d'eau intervient : au point de vue de l'augmentation de l'air secondaire, l'effet est le même que dans le cas précédent. En outre, l'abaissement de la température du gaz améliore la récupération puisqu'elle en augmente le champ : le coefficient d'utilisation de la chaleur pour les calories disponibles après chauffage de l'air sera donc meilleur que précédemment et deviendra : à 1.400°, 65 p. 100, — à 1.600°, 69 p. 100, et les pertes ci-dessus tomberont à 8,5 p. 100.

Comme dans le cas précédent il faut ajouter à ce chiffre la chaleur de vaporisation de l'eau, qui donne comme limite de la récupération tant à 1.400° qu'à 1.600° la même perte de chaleur de 13,3 p. 100.

3° **La récupération porte sur la totalité de l'air primaire et secondaire.** — Ce cas serait celui du four Biedermann et Harvey, en supposant que l'on puisse alimenter tous les

gazogènes à l'air chaud sans recourir à l'insufflation d'air froid.

Dans ce cas, aucun des rôles de la vapeur d'eau n'a d'utilité. Il n'y a aucun intérêt à modifier les proportions d'air primaire et d'air secondaire, puisqu'ils concourent au même degré à la récupération, et il est nuisible d'abaisser la température du gaz. Les calories dépensées à la vaporisation de l'eau, le sont donc en pure perte.

Mais la vapeur d'eau rend possible, après chauffage de l'air, la récupération partielle par les gaz, dont j'ai démontré l'impossibilité si l'on emploie l'air seul comme gazéifiant (page 120). On pourra, en effet, en empruntant aux gazogènes la chaleur de décomposition de l'eau pour la restituer dans le four, abaisser la température du gaz jusqu'à la limite de décomposition, soit 600° : c'est un quatrième cas.

4° **La récupération porte sur la totalité de l'air (primaire et secondaire) et sur les gaz.** — Il n'existe, à ma connaissance, aucun four réalisant ce cas, et d'ailleurs, il est facile de voir qu'il ne présente pas grand intérêt. On sait, en effet, qu'après chauffage de l'air total, il ne reste disponible que de 9 à 12 p. 100 de la chaleur ; d'autre part, l'emploi de la vapeur d'eau en absorbe environ 5 p. 100 : il ne reste donc à gagner que de 4 à 7 p. 100, et en tenant compte des coefficients d'utilisation calculés ci-dessus, l'économie maxima se réduirait à 2,5 à 5 p. 100, chiffre qui sans aucun doute serait plus que compensé par le refroidissement de la chambre qu'on devrait ajouter au four.

En résumé, l'emploi de la vapeur d'eau améliore sensiblement le rendement d'un four lorsqu'on ne chauffe que l'air secondaire et surtout lorsqu'on chauffe l'air secondaire et le gaz : il est sans intérêt lorsqu'on chauffe la totalité de l'air ; il permet, dans les autres cas, d'obtenir

un rendement très légèrement supérieur à celui d'un four chauffé à l'air seul.

3° *Emploi de l'acide carbonique comme gazéifiant.*

Le rôle de l'acide carbonique est absolument le même que celui de la vapeur d'eau : la seule différence consiste en ce qu'étant gazeux entre les températures que présentent les fours, il n'y a pas à tenir compte de la chaleur latente de vaporisation qui constitue une infériorité pour la vapeur d'eau et vient se déduire de son effet utile. Il est donc inutile de reprendre la discussion précédente et de passer en revue des cas que l'industrie ne présente point. D'ailleurs, lorsqu'on essaye de régénérer l'acide carbonique, ce gaz étant emprunté aux produits brûlés, la dérivation se fait toujours en sens inverse du tirage de la cheminée et demande, par conséquent, une assez grande quantité de vapeur; on a donc affaire à un mélange des deux gaz, eau et acide carbonique, auquel les conclusions du paragraphe précédent s'appliquent presque rigoureusement.

Je me bornerai donc à examiner le seul four qui ait fait appel à ce nouveau gazéifiant, le four Biedermann et Harvey, à préciser le maximum de récupération qu'on peut en attendre, et à réfuter quelques-unes des erreurs dont le nouveau brevet a été le point de départ.

On peut supposer au nouveau four trois modes de marche : si l'on admet dans les gazogènes de l'air chaud, pris au sommet des chambres sans insuffler d'air froid par la tuyère latérale, le four permet le chauffage total de l'air et réalise par conséquent le mode le plus parfait de récupération. Dans ce cas, il est absolument inutile, et, par conséquent, nuisible d'insuffler de l'acide carbonique sous la grille; on ne peut en retirer aucun profit, puisque le four ne comporte pas la récupération pour les gaz.

Si l'on alimente les gazogènes d'air froid, sans air chaud, réalisant ainsi le chauffage de l'air secondaire seul, l'acide carbonique comme la vapeur d'eau améliore sensiblement la régénération ; le four se comporte à peu près comme les fours de la Compagnie du gaz auxquels j'ai déjà fait allusion, mais avec un rendement un peu meilleur, puisqu'une partie de l'eau est remplacée par de l'acide carbonique, qui n'a pas de chaleur latente de vaporisation.

Enfin, si l'on emploie un mélange d'air froid et d'air chaud, — c'est le fonctionnement pratiquement en usage depuis la création du four, — l'eau et l'acide carbonique ont encore leur utilité, et ils interviennent par leur double rôle. Une semblable marche ne se justifie que par la nécessité d'abaisser la température sous le cendrier, dont les barreaux se brûlent à une température supérieure à 500°. A ce point de vue, l'eau et l'acide carbonique concourent l'un et l'autre au refroidissement ; ils contribuent d'ailleurs à modifier les proportions d'air primaire et secondaire. Pour caractériser le rendement d'une semblable marche, il suffit de remarquer que le four se comporte comme dans le cas précédent, mais en supposant que l'air primaire, au lieu d'être à la température ordinaire, soit chauffé à 500° par les chaleurs perdues. Il en résulte une utilisation de chaleur représentant à 1.400° 33 p. 100, à 1.600° 28 p. 100 de la chaleur qu'absorberait cet air s'il était chauffé au maximum, soit respectivement une économie de 5 et 4,4 p. 100.

Dans ces conditions, d'après les calculs antérieurs, le rendement du four serait le suivant :

A 1.600°, perte de chaleur = 27,6 — 4,4 = 23,2
A 1.400°, — = 24,3 — 5,0 = 19,3

En résumé, l'emploi de l'acide carbonique n'a aucune utilité lorsqu'on chauffe la totalité de l'air primaire ; dans

les autres cas, il présente à peu près les avantages de l'eau. Dans le four Biedermann et Harvey, avec les conditions de marche actuellement en usage, il procure une amélioration de 5 p. 100 sur les fours à un seul groupe de chambres avec gaz à l'eau (fours de la Compagnie du gaz), mais reste inférieur, d'une quantité au moins égale, aux fours à deux groupes de chambres et gaz à l'eau, c'est-à-dire aux fours Siemens ordinaires antérieurs à la nouvelle découverte.

De telles conclusions sont peu en harmonie avec les promesses des inventeurs; aussi, pour les confirmer, est-il nécessaire de réfuter les raisonnements qui ont donné naissance à ces illusions, raisonnements qui ont été plusieurs fois reproduits depuis la communication publiée par la maison Siemens.

La promesse de 50 p. 100 d'économie était fondée sur le fait que, d'après la réaction bien connue $CO^2 + C = 2CO$, l'emploi de l'acide carbonique permet, avec un même poids de charbon, de donner un volume d'oxyde de carbone double de celui que donnerait l'oxygène. Le fait est exact, et il faut convenir avec MM. Siemens que, pourvu que le four ait une température suffisamment élevée, il n'y a pas impossibilité à alimenter les gazogènes de produits brûlés, et qu'on peut obtenir par là une quantité de gaz plus grande, le gaz pouvant d'ailleurs être aussi riche qu'avec un gazogène ordinaire. Mais MM. Siemens ne se sont pas préoccupés de voir où était emprunté cet excédent de calories disponibles à la sortie des gazogènes, lequel ne peut évidemment venir du combustible; ils ont admis qu'il était puisé dans la chaleur perdue des fumées, et là est le point faible du raisonnement.

Ces calories sont en réalité empruntées au four même pour lui être rendues immédiatement, parcourant ainsi un cycle fermé, sans aucun avantage ni pour la température du four ni pour la récupération. La quantité d'acide

carbonique envoyée dans la grille ne modifie en rien celle qui s'échappe par la cheminée, les fumées ne dépendant évidemment que du poids de houille brûlé. L'acide carbonique soustrait aux fumées retourne au four et doit toujours s'échapper par la cheminée, et en supposant le cas de la gazéification par CO^2 seul), il en résulte que chaque molécule de carbone passe deux fois dans le four, que la masse des fumées se trouve doublée, comme l'est la masse du gaz combustible. Il y a là deux effets qui se détruisent. Les inventeurs ont cherché, par l'emploi de l'acide carbonique, à récupérer la chaleur sur une partie des produits brûlés, mais cette méthode augmente la quantité des produits brûlés d'une quantité précisément égale à celle qu'on peut détourner de la cheminée, l'effet est donc nul : la régénération du carbone n'existe pas.

§ IV. — CONCLUSION.

La discussion précédente est faite à un point de vue tout théorique. Dans la pratique, il faudrait apporter aux chiffres précédents de nombreuses modifications ; ainsi j'ai supposé que la récupération totale est possible : en pratique, il faut, pour que les échanges de chaleurs se fassent, un écart minimum de 150 à 200° entre le gaz et les matériaux agents de la récupération ; il faut encore que la température reste suffisante à la base de la cheminée pour assurer le tirage. Il faut tenir compte du refroidissement, dont j'ai indiqué l'importance. Toutefois, la critique précédente reste absolument vraie en tant que comparaison entre les différents modes de récupération. D'après les chiffres trouvés, on peut conclure que :

De tous les systèmes de régénération actuellement en usage, le plus parfait est celui des fours à deux groupes

de chambres, réalisant le chauffage de l'air primaire et du gaz (fours Siemens ordinaires); il limite la perte de chaleur à 10 ou 15 p. 100 et donne par suite un rendement calorifique maximum de 85 à 90 p. 100. Dans ce cas, la limite théorique est à peu près la même, soit que l'on emploie du gaz à l'eau, soit qu'on ne fasse usage que d'air seul, mais pratiquement il y a avantage réel à employer partiellement le gaz à l'eau.

Les fours qui ne chauffent que l'air secondaire ont un rendement maximum beaucoup moindre, atteignant seulement de 70 à 75 p. 100 même avec l'emploi du gaz à l'eau qui est alors absolument nécessaire.

Le meilleur de tous les modes de régénération serait le chauffage total de l'air, qui ne laisse perdre que 10 p. 100 de la chaleur et réalise le rendement de 90 p. 100 sans qu'il soit utile d'employer ni vapeur d'eau ni autre gazéifiant.

Ces conclusions posées, il devient possible de terminer la comparaison entre les fours Siemens ancien et nouveau, point de départ de cette étude, dans laquelle j'avais laissé de côté la question de la chaleur perdue par les fumées. Il résulte de la discussion que, dans l'état actuel de la question, avec grilles à 500°, l'utilisation de la chaleur dans le nouveau four est inférieure de 8 à 10 p. 100 à ce qu'elle peut atteindre dans les anciens fours à deux groupes de chambres. Ce chiffre est à peu près celui que donne le total des pertes de chaleur inutiles que j'ai étudiées expérimentalement, abstraction faite des fumées. Les deux appareils ont donc à peu près la même valeur comme utilisation de la chaleur. Il ne reste donc au four Biedermann que l'avantage de l'économie de construction, et les qualités d'agencement que j'ai signalées.

Mais si l'on arrivait à maintenir sous les gazogènes une température élevée, ce four deviendrait le meilleur

des fours à gaz, car il permettrait la récupération totale par l'air.

C'est dans cette voie qu'il reste un dernier pas à franchir pour la solution du problème de la récupération.

Il ressort de cette étude que, si l'emploi du gaz à l'eau, dont je suis loin de contester l'utilité, permet d'obtenir du gaz riche et s'impose lorsqu'on veut faire des combustions à l'air froid, il est d'une efficacité beaucoup moindre dans le problème de la récupération. La meilleure solution de ce problème est le chauffage total de l'air, qui, sans pouvoir atteindre l'utilisation complète de la chaleur, s'en rapproche tellement qu'on peut la considérer comme pratiquement atteinte. Cette solution serait réalisée d'une façon pratique par le four Biedermann le jour où l'on aurait des gazogènes résistant aux hautes températures; et, dans ces conditions, on pourrait considérer la question de la régénération, c'est-à-dire de l'utilisation de la chaleur dans un seul et même four, comme résolue.

Paris, le 15 novembre 1892.

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LE DOSAGE DU FLUOR

Par M. ADOLPHE CARNOT, Ingénieur en chef des mines,
Professeur à l'École supérieure des mines.

Le fluor entre dans la composition d'un grand nombre de substances naturelles et se rencontre aussi dans quelques produits de fabrication industrielle, il serait souvent utile d'en fixer la proportion. Cependant on se borne le plus souvent à constater sa présence par des essais qualitatifs, sans chercher à le doser directement. La raison en est que le dosage du fluor présénte de sérieuses difficultés, surtout dans les matières qui renferment en même temps des composés de silicium; or la réunion de ces deux éléments est si fréquente soit dans de véritables combinaisons, soit dans de simples mélanges accidentels, que l'on peut envisager comme très général le cas où le fluor est accompagné de silicium.

On doit à Berzélius une méthode, qui a été depuis modifiée par H. Rose, pour l'analyse de tous les silicates fluorés. Cette méthode consiste essentiellement à les attaquer par fusion avec du carbonate de soude et, au besoin, addition de silice, puis à séparer successivement les oxydes métalliques, la chaux, l'alumine et la silice, et enfin à doser le fluor à l'état de fluorure de calcium. Cette méthode a le grand avantage de pouvoir s'appli-

quer à tous les cas, que les minéraux soient ou non décomposables par l'acide sulfurique; mais les opérations sont très longues et délicates.

D'autres méthodes ont été indiquées, pour opérer le dosage du fluor dans les matières qui peuvent être décomposées par l'acide sulfurique.

Wœhler (*) a proposé de dégager le fluor à l'état de fluorure de silicium, en traitant par l'acide sulfurique concentré la matière mêlée de 10 ou 15 parties de quartz en poudre fine, et de déterminer la perte de poids, en évitant tout entraînement de vapeur d'eau. Ce procédé ne peut s'appliquer en présence de chlorures, ni de carbonates, ni d'aucune substance volatile; il doit être réservé au cas des fluorures facilement attaquables par l'acide sulfurique et riches en fluor, particulièrement en vue d'essais industriels rapides.

Frésénius (**) a étudié un procédé beaucoup plus précis, fondé sur le dégagement du fluorure de silicium dans des conditions analogues et sur sa décomposition ultérieure en présence de l'eau et de la chaux sodée. On détermine l'augmentation de poids d'une série de tubes en U, où il a été retenu. Le dosage est exact, si l'on a pris les précautions les plus minutieuses pour empêcher que le courant gazeux contienne de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux, de l'acide chlorhydrique ou des produits nitreux et qu'il n'apporte et n'entraîne aucune trace d'humidité. L'appareil est compliqué, l'opération délicate, et, s'il y a très peu de fluor, on n'a d'autre signe du dégagement de fluorure de silicium que la très légère augmentation de poids des tubes. Les matières fluorées soumises à l'action de l'acide sulfurique ne doivent contenir aucune matière organique, ni aucun carbonate.

(*) Wœhler, *Poggendorff's Annalen*, 48 (1839).

(**) R. Frésénius, *Traité d'analyse chimique quantitative*, trad. par L. Gautier, 6e édition française, p. 363.

L'appareil a été simplifié par M. Müntz (*), mais le principe est resté le même et les inconvénients n'ont pu être que faiblement atténués.

Berzélius avait employé pour le dosage du fluor un autre procédé, qui a été repris et modifié par Henri Rose et récemment par M. H. Lasne. La matière fluorée, mêlée de silice et attaquée par l'acide sulfurique, donne du fluorure de silicium, qui est entraîné par un courant de gaz sec jusque dans un vase contenant de l'eau. La décomposition du fluorure de silicium est complétée soit par de l'ammoniaque (**), soit par de la soude caustique (***).

La silice est alors isolée le mieux possible par précipitation, et, dans la liqueur restante, le fluor est dosé à l'état de fluorure de calcium.

Il n'est plus nécessaire ici d'avoir éliminé tous les carbonates et les matières organiques; mais l'opération est longue et délicate; elle réussit difficilement dans le cas où le fluor est en très faible quantité.

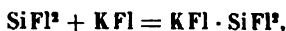
J'ai pensé que l'on pourrait faire le dosage du fluor, plus simplement et plus exactement que par les procédés précédents, en le pesant à l'état de fluosilicate de potassium. Il faut, pour cela, transformer tout le fluor de la matière à essayer en fluorure de silicium gazeux, que l'on entraîne par un courant de gaz sec et que l'on reçoit dans une solution assez concentrée de fluorure de potassium pur; il se forme un précipité de fluorure double, c'est-à-dire de fluosilicate de potassium, dont le poids permet de calculer le fluor. Le même poids permettrait aussi de calculer le silicium, si l'on avait à faire aussi ce dosage.

(*) Müntz, *Méthodes analytiques appliquées aux substances agricoles*, p. 14 (*Encyclopédie chim. de Fremy*).

(**) Henri Rose, *Chimie analytique*, t. II, p. 884.

(***) H. Lasne, *Bull. de la Soc. chim. de Paris*, 1888, t. II, p. 167.

La réaction est simplement exprimée par cette formule :



$$SiFl^2 + KFl = KFl \cdot SiFl^2,$$

ou, en notation atomique,



$$SiFl^4 + 2\,KFl = K^2SiFl^6.$$

Le dégagement du fluorure de silicium se fait dans une petite fiole de verre à deux tubulures A, la précipitation du fluosilicate dans un petit flacon C. Un courant lent d'air parfaitement desséché est obtenu au moyen d'un aspirateur communiquant avec ce flacon.

Appareil. — En avant de la fiole, où se fera l'attaque de la matière fluorée, sont placés deux flacons laveurs *d*, *e* (*fig.* 1) à demi remplis d'acide sulfurique concentré,

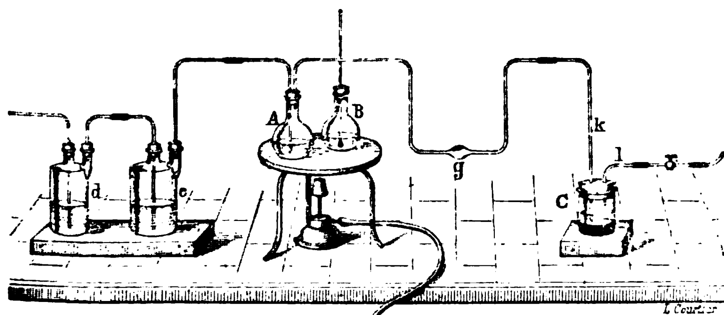


Fig. 1.

ou bien un seul flacon *d* suivi d'un tube en U, *f* (*fig.* 2), contenant de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique concentré ; le courant d'air est ainsi complètement débarrassé des poussières et surtout de la vapeur d'eau, dont la présence serait très nuisible au contact du fluorure de silicium.

La fiole A, de 150 centimètres cubes environ de capacité, dans laquelle se fait l'attaque de la matière fluorée

mêlée de silice par l'acide sulfurique concentré, est posée sur une plaque de forte tôle au-dessus d'un brûleur. Pour la maintenir à une température convenable (160° environ), j'ai adopté la disposition très simple donnée à son appareil par Frésénius : une seconde fiole B semblable à la première, de même dimension et contenant à peu près la même quantité d'acide sulfurique (50^{cc}), est posée sur la même plaque, à égale distance du centre que chauffe la flamme du brûleur. Un thermomètre tenu vertical par un bouchon troué plonge dans le liquide et fait connaître la température des deux fioles.

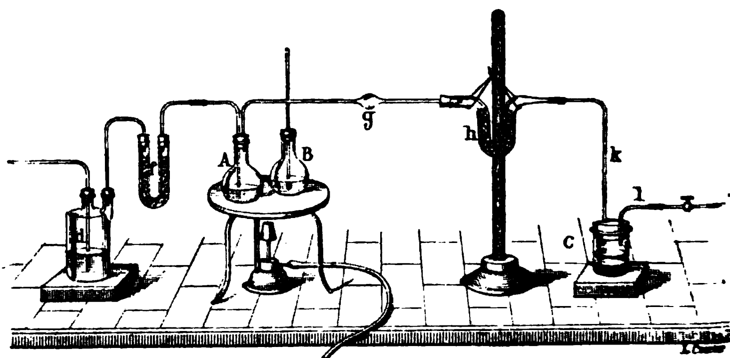


Fig. 2.

La fiole A est fermée par un bouchon de caoutchouc percé de deux trous, l'un pour le tube d'arrivée de l'air sec qui doit plonger dans l'acide, l'autre pour le tube de dégagement, qui est plusieurs fois coudé et muni d'une ampoule vide *g*, destinée à retenir les vapeurs ou les gouttelettes d'acide sulfurique, qui pourraient être entraînées par le courant de gaz.

Chlorures. — Lorsque la matière à essayer peut contenir, comme l'apatite, des *chlorures* donnant naissance à des vapeurs d'acide chlorhydrique, il importe de les arrêter entièrement, parce que, si elles parvenaient jusqu'à la solution de fluorure de potassium, elles mettraient en

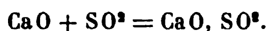
liberté de l'acide fluorhydrique, qui attaquerait les parois du flacon et la surface du mercure. On place alors, au delà du tube vide à condensation, un tube en U rempli de ponce imprégnée de sulfate de cuivre entièrement déshydraté, suivant les indications de Frésénius.

Des morceaux de ponce lavés, gros comme de petits pois, sont placés dans une capsule de porcelaine et arrosés avec une dissolution concentrée et bouillante de sulfate de cuivre, puis desséchés à feu nu en remuant constamment. Dès que la coloration bleue du sulfate de cuivre hydraté a disparu, on place la capsule dans une étuve chauffée entre 220 et 240 degrés, où on la laisse environ douze heures, pour obtenir une déshydratation parfaite. On fait passer rapidement la matière dans un flacon bien desséché, que l'on ferme très hermétiquement. Il importe que le sulfate de cuivre soit bien anhydre, pour qu'il n'exerce aucune décomposition sur le fluorure de silicium.

Iodures. — Dans un petit nombre de cas, la présence de l'*iode* peut constituer une difficulté. Certaines phosphorites, comme celles de Quercy, renferment des quantités minimes d'iode, qui est mis en liberté par l'acide sulfurique et attaque le mercure; il se forme alors une couche verdâtre de protoiodure de mercure, qui, se mêlant au dépôt de fluosilicate, lui donne une coloration caractéristique et peut en modifier le poids d'une façon plus ou moins sensible. Lorsque ce fait vient à se produire, il convient de recommencer l'opération, en plaçant en avant du tube, que doit parcourir le courant gazeux, une petite colonne de tournure de cuivre destinée à s'emparer de l'iode. Ce procédé très simple a parfaitement réussi pour l'analyse de phosphates concrétionnés du Lot et de l'Aveyron, où la présence d'un peu d'iode s'était manifestée par la coloration verdâtre du précipité, comme je viens de le dire.

Matières organiques, acide sulfureux. — Lorsque la substance fluorée contient des *matières organiques* qui, en agissant sur l'acide sulfurique concentré et chaud, donnent naissance à de l'*acide sulfureux*, on doit craindre l'action de celui-ci sur le fluorure de potassium et la mise en liberté d'acide fluorhydrique.

Dans le but d'arrêter l'anhydride sulfureux, on se servira d'un tube en U rempli de petits fragments de chaux, rendue parfaitement anhydre par une calcination très énergique opérée sur du calcaire ou de la chaux vive. La chaux anhydre s'empare de l'acide sulfureux et n'agit pas, à froid, sur le fluorure de silicium.



$$CaO + SO^2 = CaO, SO^2.$$

Elle ne pourrait, d'ailleurs, pas être employée seule, pour retenir l'acide chlorhydrique en même temps que l'acide sulfureux, parce que la réaction produirait de l'eau, capable de décomposer le fluorure de silicium.



$$CaO + HCl = CaCl + HO.$$

Il conviendrait donc, si la matière fluorée contenait à la fois des chlorures et des matières organiques, de placer à la suite l'un de l'autre deux tubes semblables contenant : le premier du sulfate de cuivre anhydre, le second de la chaux récemment calcinée; ou bien, on se servirait d'un seul tube dont on aurait rempli la branche postérieure de chaux et la branche antérieure de sulfate de cuivre anhydre.

Il importe que toutes les parties de l'appareil soient parfaitement sèches, pour qu'il ne puisse y avoir aucune décomposition du fluorure de silicium gazeux. Le ballon où se fait l'opération et les tubes placés à la suite doivent être laissés à l'étuve, jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement secs. Les bouchons de caoutchouc seront séchés avec soin, ainsi que les bouts de tuyaux qui relient entre eux les tubes.

Ces tuyaux seront, d'ailleurs, aussi courts que possible et, de préférence, en caoutchouc non vulcanisé.

Le flacon à précipitation est un flacon à fond plat et à bords droits, que l'on ferme bien exactement par un bouchon de caoutchouc muni de deux ouvertures : l'une reçoit le tube d'arrivée des gaz, l'autre un tube coudé que l'on met en communication avec un aspirateur (gazomètre, flacon de Mariotte ou trompe, avec robinet permettant de régler à volonté le courant gazeux).

Le flacon a 80 centimètres cubes environ de capacité (*fig.* 3). On y verse d'abord 10 centimètres cubes de mercure, bien pur et sec, puis 20 centimètres cubes d'une solution de fluorure de potassium à 20 p. 100. Le mercure a pour but d'empêcher le contact du tube d'arrivée du gaz avec la solution, afin d'éviter l'obstruction accidentelle du tube par suite de la formation de silice ou de fluosilicate, résultant de la décomposition du fluorure de silicium.

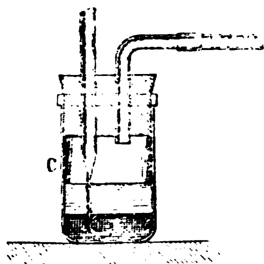


Fig. 3.

Le tube plonge de 3 ou 4 millimètres au-dessous de la surface du mercure. Il a été étiré à la lampe dans sa partie inférieure, recourbé et légèrement évasé à son extrémité, afin de produire à travers le mercure des bulles gazeuses de petite dimension.

L'orifice du tube étant, comme je viens de le dire, entièrement recouvert par le mercure dans le flacon, on verse dans celui-ci, par l'autre trou du bouchon, à l'aide d'un petit entonnoir, la dissolution de fluorure de potassium, de manière à ne pas mouiller l'extrémité du tube.

Il serait commode de pouvoir employer pour cet usage le verre phosphorique, dont la préparation a été décrite

par M. Sidot (*) et qui, ne renfermant pas de silice et étant inattaquable par l'acide fluorhydrique, donnerait les garanties les plus sûres contre toute formation accidentelle de fluosilicate.

Malheureusement la préparation de ce verre n'est pas encore entrée dans la pratique et on ne trouve pas actuellement à s'en procurer.

On peut d'ailleurs y suppléer en recouvrant l'intérieur du flacon et l'extrémité effilée du tube d'un vernis à la gomme laque, qui préserve entièrement le verre silicaté contre l'attaque de la liqueur acide. On le prépare simplement de cette façon : le flacon est légèrement chauffé à l'étuve ; on y introduit un peu de gomme laque en dissolution dans l'alcool, on en recouvre les parois en faisant tourner sur lui-même le flacon tenu presque horizontalement et chauffant doucement pour évaporer l'alcool ; il se fait un dépôt blanchâtre, opalin, qu'on transforme en une couche transparente jaune en chauffant plus fort jusqu'à ramollissement du vernis. Le tube recourbé est verni au pinceau, puis chauffé. La couche de vernis peut très bien supporter une série d'opérations ; mais il faut avoir soin de ne la laver qu'avec de l'eau et non avec de l'alcool, qui la dissoudrait.

Réactifs. — L'*acide sulfurique* employé pour la décomposition de la matière fluorée doit être concentré et pur, spécialement exempt de vapeurs nitreuses, d'acide chlorhydrique et d'acide fluorhydrique. On peut toujours aisément se débarrasser de ces éléments nuisibles, en chauffant l'acide et laissant dégager quelque temps des vapeurs sulfuriques. On réussirait mieux encore à chasser toute trace de fluor en ajoutant un peu de quartz en poudre fine avant de chauffer.

(*) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1501 ; 25 juin 1877.

Pour obtenir que tout le fluor de la matière passe à l'état de fluorure de silicium, il faut qu'elle soit ou naturellement silicatée ou mêlée artificiellement avec un suffisant excès de silice ou de silicate.

On se sert avantageusement d'un *mélange siliceux*, formé de cinq parties de quartz finement pulvérisé et d'une partie de silice calcinée bien pure. La silice agit plus énergiquement que le quartz ; mais elle ne reste mêlée à la matière et à l'acide sulfurique, que si elle est en faible proportion.

Afin d'être sûr que le mélange ne renferme pas trace de fluor, on l'imprègne d'acide sulfurique étendu et on évapore jusqu'à sec, puis on calcine longtemps et fortement. On élimine ainsi, avec l'acide sulfurique, tout le fluor et toutes les matières organiques.

On peut d'ailleurs réunir en une seule et même opération la purification de l'acide sulfurique et celle de la silice.

La solution de *fluorure de potassium*, que l'on emploie pour la précipitation du fluorure de silicium, doit être parfaitement neutre, surtout si l'on se sert d'un flacon et d'un tube en verre ordinaire, sans les protéger par un vernis.

Le fluorure de potassium, vendu comme pur, n'est pas, en général, tout à fait neutre au papier de tournesol ; il possède presque toujours une réaction acide et attaque rapidement les récipients en verre.

Pour avoir une dissolution bien neutre, on dissout 20 grammes de fluorure avec 80 grammes d'eau distillée dans une capsule de platine ; on y ajoute ensuite quelques gouttes d'une solution de potasse pure, jusqu'à neutralité parfaite au papier de tournesol, puis quelques gouttes d'alcool concentré jusqu'à apparition d'un léger trouble ; on laisse reposer le mélange et ensuite on filtre.

La dissolution au cinquième, ainsi préparée, de fluorure de potassium pur et neutre dans l'eau convient bien pour le dosage du fluor sous la forme de fluosilicate de potassium. Avec une solution beaucoup plus étendue, on ne serait pas assuré de la transformation complète de la silice formée au contact de l'eau en fluosilicate de potassium.

Il reste à s'assurer que le réactif ne renferme pas trace de fluosilicate. Dans ce but, on prend 10 centimètres cubes de la solution aqueuse, on y ajoute 40 centimètres cubes d'eau distillée et ensuite 50 centimètres cubes d'alcool à $\frac{92}{100}$; il ne doit se faire aucune sorte de précipité, même après plusieurs heures de repos, si le réactif est parfaitement pur. Dans le cas contraire, on pourrait purifier la solution en opérant de la même façon, puis filtrant et évaporant l'alcool et une partie de l'eau jusqu'à la réduire au volume primitif. Ou bien, on recevrait sur un filtre taré le précipité qui se serait formé, on le pèserait après dessication et on en tiendrait compte dans les opérations à faire avec le même réactif.

Marche de l'opération. — Avant d'entreprendre une série de dosages, on peut s'assurer, une fois pour toutes, de la pureté de tous les réactifs, en faisant une première opération à blanc avec le mélange siliceux, l'acide sulfurique et le fluorure que l'on doit employer par la suite. Il ne doit se faire aucun lonche dans la liqueur, ni aucun dépôt au-dessus du mercure.

Pour effectuer un dosage, on prend la quantité de matière convenable pour avoir un précipité bien visible et cependant pas trop volumineux. $0^{gr},200$ suffisent pour la fluorine ou la cryolithe, 2 grammes pour les phosphates minéraux, qui peuvent renfermer 2 ou 3 centièmes de fluor; il ne faut pas moins de 5 ou 6 grammes pour

les cendres d'os modernes, où la proportion de fluor ne dépasse guère 2 millièmes.

La matière en poudre est mélangée intimement avec la silice et le quartz, par trituration dans le mortier d'agate ; cette précaution est nécessaire pour être sûr de convertir tout le fluor en fluorure de silicium. Il convient aussi d'employer un suffisant excès du mélange siliceux, par exemple 2 ou 3 grammes avec les quantités indiquées plus haut de substance fluorée.

L'appareil étant disposé comme l'indique la *fig.* 1 et tous les ballons et tubes ayant été parfaitement desséchés à l'étuve et par le courant d'air sec, on introduit dans le ballon A la quantité pesée de la matière triturée avec 2 grammes du mélange siliceux. Puis on verse sur le tout 40 centimètres cubes d'acide sulfurique pur et concentré, on ferme aussitôt le ballon, en faisant en sorte que le tube d'arrivée de l'air sec plonge un peu dans l'acide sulfurique, et on établit l'aspiration à travers tout l'appareil.

Lorsque le courant d'air sec est réglé à une bulle au plus par seconde dans le flacon C, on commence à chauffer lentement et progressivement la plaque de tôle et, par conséquent, les deux ballons A et A′, jusqu'à ce que le thermomètre placé dans ce dernier atteigne une température d'environ 160°, que l'on s'attache à maintenir presque invariable pendant le reste de l'opération.

Dès que l'on arrive à la température de 90 à 100°, si la matière renferme du fluor, les bulles gazeuses qui traversent le mercure et le fluorure de potassium dans le flacon C présentent un phénomène caractéristique. Enveloppées d'abord d'une pellicule brillante de mercure, elles traversent ensuite la solution aqueuse et séjournent pendant quelques instants au-dessus, recouvertes d'une légère couche blanche et opaque, due sans doute à la silice formée par le fluorure de silicium au contact de

l'eau. Cette enveloppe disparait bientôt et la bulle crève peu après. On remarque aussi que la solution de fluorure se trouble progressivement par suite de la précipitation du fluosilicate de potassium. Il importe, comme je l'ai dit plus haut, que la solution de fluorure de potassium soit assez concentrée pour transformer intégralement la silice formée par l'action de l'eau.

Dans le ballon A la formation de petites bulles de fluorure de silicium est également très visible; elles se produisent principalement sur les parois, dont on les détache de temps en temps par un mouvement de giration imprimé au ballon.

Lorsque la réaction est terminée, on ne voit plus aucune bulle se coller aux parois du ballon A; on laisse l'opération se continuer encore pendant une demi-heure, en activant un peu le courant d'air. Puis on éteint la flamme du brûleur et on s'occupe de recueillir le précipité, qui s'est formé dans le flacon C et qui, d'abord à peine visible, forme un peu plus tard un dépôt blanchâtre, d'aspect gélatineux.

Sans attendre que le dépôt se rassemble, on fait passer la solution aqueuse dans un verre conique, on lave soigneusement les parois intérieures du flacon et la surface du mercure avec une petite quantité d'eau distillée; on remet un peu d'eau, on remue avec une baguette, pour réunir tous les petits globules de mercure à la masse principale, puis on décante dans le même vase. On lave encore la surface du mercure deux ou trois fois : avec un peu d'eau distillée seulement, si l'on a employé de la gomme-laque pour protéger le verre; avec de l'eau distillée, puis de l'alcool, si l'on n'a pas employé de vernis.

Le volume total de liquide ne doit pas atteindre 100 centimètres cubes, quand l'opération a été bien conduite; on y ajoute un égal volume d'alcool à 90/100 et on laisse reposer deux ou trois heures.

Dosage du fluor. — Le précipité étant alors bien réuni au fond du verre, la liqueur est facile à décanter : on la remplace par quelques centimètres cubes d'alcool étendu de son volume d'eau et on fait passer le précipité sur un filtre taré sec, en ayant bien soin de laisser de côté les fines gouttelettes de mercure qui auraient pu passer à la décantation précédente. On lave avec de l'eau alcoolisée, en se servant de la trompe, jusqu'à ce que le liquide de lavage ne donne plus aucun trouble avec le chlorure de calcium. Il suffit, en général, de 30 à 35 centimètres cubes d'eau alcoolisée pour ce lavage.

Le précipité est alors séché à 100° et pesé sur le filtre jusqu'à ce que le poids soit devenu constant.

On calcule la proportion du fluor, qui a été dégagé à l'état de fluorure de silicium, en multiplant le poids du fluosilicate de potassium par le coefficient 0,34511 ; car on a :

$$\text{pour 100 de K Fl. Si Fl}^2,\ \text{Fl}^2 = 34{,}511.$$

Le dosage est précis, grâce à l'insolubilité du fluosilicate dans l'eau alcoolisée ; il peut être appliqué à de faibles quantités de fluor, puisque le poids est à peu près triplé dans le fluosilicate qui sera porté sur la balance. L'opération est assez rapide lorsque l'appareil est une fois monté avec soin. D'ailleurs le précipité est bien visible et le dosage ne se conclut pas d'une simple différence de pesées, comme dans la méthode rapide de Wœhler ou dans la méthode si délicate de Frésénius.

Enfin la recherche du fluor peut être faite directement sur une prise d'essai de la matière à analyser, sans que l'on soit arrêté par la présence de carbonates ou d'une petite proportion de chlorures ou de matières organiques.

Si la proportion de ces substances était très importante, il serait préférable d'éliminer le chlore par dissolution ou par précipitation et la matière organique par calcination ménagée.

Dosage de la silice en présence du fluor. — L'opération faite en vue du dosage du fluor peut servir en même temps au dosage partiel du silicium, puisqu'une partie de ce corps est volatilisé à l'état de fluorure de silicium et fixé ensuite sous la forme de fluosilicate de potassium. La portion du silicium ou de la silice ainsi transformée se calcule aisément, puisque l'on a :

pour 100 de $KFl.SiFl^2$, $Si = 12,714$, $SiO^2 = 28,154$.

Si l'on veut, dans un silicate fluoré attaquable par l'acide sulfurique, faire le dosage de la silice en même temps que celui du fluor, on devra, d'après le poids du précipité de fluosilicate, calculer le *fluor total* et une *partie de la silice. L'autre partie de la silice* se trouve dans le résidu de l'attaque par l'acide sulfurique; le dosage s'en effectuera, comme d'habitude, dans les conditions ordinaires. On fera la somme des deux parties de silice et on en retranchera le poids du mélange siliceux (silice et quartz) qui a été mêlé à la matière fluorée.

Mais il faut, pour l'exactitude du dosage de la silice, être sûr qu'il n'en a pas été emprunté aux parois du ballon pendant l'attaque de la matière fluorée. On arrive à rendre l'attaque sensiblement nulle en triturant la matière au mortier d'agate avec un suffisant excès de quartz et de silice pure (1 partie de quartz et 1/2 partie de silice par exemple).

Cette méthode a été employée avec succès dans l'analyse d'un laitier provenant de l'épuration des fontes au cubilot par le procédé Rollet, c'est-à-dire avec lit de fusion extrêmement basique et contenant une forte proportion de fluorure de calcium. Ce laitier était facilement attaquable par l'acide sulfurique et l'on devait y doser à la fois le fluor et la silice.

L'essai a donné 11,28 de fluor et 13,70 de silice p. 100 de laitier.

Mais il y a peu de silicates fluorés naturels qui puissent être traités de cette façon, parce qu'ils ne sont pas, en général, assez attaquables par l'acide sulfurique concentré.

C'est donc plutôt dans l'examen de produits artificiels qu'il peut y avoir avantage à faire ainsi le dosage simultané de la silice et du fluor.

Au contraire, les fluorures proprement dits, les fluophosphates et, en particulier, les fluophosphates de chaux, qui seront le principal objet des études qui vont suivre, étant, en général, facilement décomposables par l'acide sulfurique, se prêtent fort bien à l'application de notre méthode de dosage du fluor.

Pour en vérifier l'exactitude, nous avons soumis à l'analyse quelques minéraux bien connus, en choisissant des échantillons aussi purs que possible. Voici les résultats de ces essais.

Fluorine. — La formule Ca Fl (Ca = 20; Fl = 19) correspond, en centièmes, à la composition :

Calcium	51,29
Fluor.	48,71

L'essai, fait sur $0^{gr},200$ du minéral, a donné $97^{mg},1$ de fluor; soit, p. 100 :

Fluor.	48,56

Cryolithe. — La formule $Al^2Fl^3.3NaFl$ ou $Al^2Na^3Fl^6$ (Al = 13,75; Na = 23; Fl = 19) donne pour la composition calculée :

Aluminium.	13,06
Sodium.	32,78
Fluor.	54,16

Par l'essai direct sur $0^{gr},200$ de cryolithe pure, on a trouvé $108^{mg},4$ de fluor; soit, p. 100 :

Fluor.	54,20

On peut donc dire que, sur ces échantillons très purs, la vérification a été aussi satisfaisante que possible.

Apatites.

I. Apatite en cristaux limpides, jaunâtres, provenant du gisement de Jumilla (Espagne), dans les roches trachytiques.

L'analyse a donné :

Chaux	54,95	ou :	$PhO^5 3CaO$	91,10
Acide phosphorique.	41,71		CaFl	7,27
Fluor	3,54		CaCl	0,73
Chlore	0,47		Total	99,10
Total	100,67			

La formule théorique de l'apatite fluorée pure : $3(PhO^5 3CaO) + CaFl$ comporte, pour 1 d'acide phosphorique, 0,0892 de fluor. 41,71 d'acide phosphorique correspondraient donc à 3,72 de fluor.

Or, si l'on remplace 0,47 de chlore par la quantité équivalente 0,25 de fluor, on aura pour le fluor total : 3,79 qui diffère à peine du nombre théorique : 3,72.

II. Apatite en cristaux limpides, légèrement verdâtres, provenant des gisements de Grainer (Tyrol), dans les roches métamorphiques.

L'analyse a donné :

Chaux	55,00	ou :	$PhO^5 3(CaO, FeO)$ . . .	91,66
Acide phosphorique.	41,91		CaFl	7,35
Fluor	3,58		CaCl	0,31
Chlore	0,20		Total	99,32
Protoxyde de fer. . .	0,18			
Total	100,87			

La formule théorique demanderait 3,748 pour une apatite exclusivement fluorée ; en ajoutant au fluor dosé une proportion équivalente au chlore (0,11), on trouve 3,69, c'est-à-dire presque exactement le nombre théorique.

III. Apatite en masses cristallines, facilement clivables, à éclat gras, à coloration verdâtre, provenant des filons d'Oddegarden, district de Bamble (Norwège).

L'analyse a donné :

Chaux	53,10	ou :	PhO^5 3(CaO, MgO, FeO)	90,29
Acide phosphorique	41,17		CaFl	3,41
Fluor	1,66		CaCl	5,60
Chlore	3,58		Total	99,30
Magnésie	0,73			
Protoxyde de fer	0,57			
Total	100,81			

Le calcul du fluor pour l'apatite exclusivement fluorée donne : 3,67. L'addition du fluor dosé (1,66) et du fluor équivalent au chlore dosé (1,91) fournit : 3,57.

Ces trois exemples, choisis parmi des échantillons d'origine et d'aspect très différents, vérifient donc très bien la formule théorique :


$CaFl + 3(PhO^5, 3CaO)$ ou $Ca^5FlP^3O^{12}$,

dans laquelle il peut y avoir substitution du chlore à une portion équivalente de fluor et, en outre, remplacement d'un peu de chaux par de la magnésie et de l'oxyde ferreux en quantités équivalentes.

BULLETIN

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE LA BELGIQUE EN 1891.

I. — Charbonnages.

1° *Exploitation.* — La production houillère de la Belgique a atteint, en 1891, 19.675.644 tonnes, représentant une valeur de 247.454.000 francs; ces chiffres sont inférieurs à ceux de 1890 de 690.316 tonnes, d'une part, et de 21.049.000 francs, de l'autre. Cette diminution est due principalement à la grève du mois de mai 1891; de plus, le prix moyen par tonne a baissé de 0f,60.

La production de 1891 se répartit comme suit entre les districts houillers :

	Tonnes.	Francs.
Hainaut	14.250.340	177.476.000
Namur	546.537	5.564.000
Liège	4.878.767	64.414.000
	19.675.644	247.454.000

Le personnel ouvrier s'est, au contraire, élevé de 1890 à 1891, année dans laquelle il a atteint le chiffre de 118.983 travailleurs, chiffre qu'aucune statistique belge n'avait encore donné.

Il se répartit de la manière suivante (*) :

		OUVRIERS	
		à l'intérieur	à la surface
Hommes et garçons	au-dessus de 16 ans	77.947	19.007
	de 14 à 16 ans	6.075	1.558
	de 12 à 14 ans	2.535	989
Femmes et filles	au-dessus de 21 ans	723	1.528
	de 16 à 21 ans	2.285	2.911
	de 14 à 16 ans	683	»
	de 12 à 16 ans	»	2.742
	Total	90.248	28.735
	Total général	118.983	

(*) La répartition adoptée est celle qu'impose la loi belge du 13 décembre 1889 sur le travail des femmes, des adolescents et des enfants.

La production par ouvrier du fond n'a été que de 218 tonnes, soit 11 tonnes de moins qu'en 1890: cette décroissance est le résultat de la grève du mois de mai 1891.

La production par ouvrier du fond et de la surface réunis est de 165 tonnes, inférieure de 9 tonnes à celle de l'année précédente.

Les salaires totaux distribués au personnel s'élèvent à 129.247.000 francs, ce qui donne pour le salaire annuel moyen la valeur de 1.086 francs, inférieure de 31 francs au chiffre correspondant relatif à l'année 1890. Ce salaire se trouve d'ailleurs réduit en raison de retenues diverses affectées soit à l'alimentation de certaines institutions de prévoyance, soit au paiement de certaines fournitures qui doivent rester à la charge de l'ouvrier. En retranchant de ce salaire, dit salaire *brut*, les retenues de cette nature, on obtient le salaire *net*. Le tableau suivant, dans lequel on a indiqué, sous une rubrique spéciale, le salaire brut de l'ouvrier « au charbon », renferme pour les différents districts houillers de la Belgique la valeur des éléments qui viennent d'être définis :

DISTRICTS HOUILLERS		SALAIRE brut annuel de l'ouvrier « au charbon »	SALAIRE brut annuel de l'ouvrier mineur en général	RETENUES	SALAIRE net annuel de l'ouvrier mineur en général
		francs.	francs.	francs.	francs.
Hainaut	Couchant de Mons. . .	1.206	1.001	17	984
	Centre et partie occidentale de Charleroi	1.676	1.182	29	1.153
	Charleroi.	1.461	1.055	22	1.033
Namur.		1.444	1.043	7	1.036
Liège.		1.495	1.128	9	1.119
	Ensemble.	1.411	1.086	18	1.068

Les éléments de la statistique belge de 1891 ne permettent pas l'évaluation exacte du nombre des journées de travail effectuées par les 118.983 ouvriers employés tant au fond qu'à la surface des charbonnages. On ne doit donc, comme le fait observer M. Harzé, accepter que sous réserves le chiffre de 286 auquel on est arrivé pour l'estimation de ce nombre et, par suite, les résultats suivants qui s'en déduisent :

	Fr.
Salaire journalier moyen des ouvriers du fond	4,18
Salaire journalier moyen des ouvriers de la surface	2,60
Salaire journalier moyen des ouvriers du fond et de la surface réunis.	3,80

2° *Mouvement commercial des combustibles.* — Le mouvement commercial des combustibles en Belgique, pendant l'année 1891, est défini par les chiffres suivants :

		Tonnes.	Tonnes.
Production			19.675.644
Importation.	Houille	1.621.063	1.816.422
	Briquettes	3.686	
	Coke	140.576	
Exportation.	Houille	4.750.232	6.418.982
	Briquettes	358.691	
	Coke	933.668	
Consommation			15.073.084

La comparaison avec les valeurs correspondantes relatives à l'année 1890 fait ressortir une augmentation de :

6.111 tonnes pour l'importation.
104.928 tonnes pour l'exportation.

Ces résultats ne sembleraient pas accuser l'influence de la grève de 1891 s'ils n'étaient complétés par ceux qui définissent le mouvement commercial du coke, pour lequel on constate une variation de :

75.237 tonnes en plus pour l'importation.
131.091 tonnes en moins pour l'exportation.

II. — Mines métalliques et minières.

La production des mines métalliques et des minières de la Belgique, en 1891, est définie par les chiffres suivants :

	Tonnes.		Francs.
Minerais de fer	202.204	valant	1.172.700
Minerais de plomb	70		8.100
Minerais de zinc	14.280		1.053.400
Pyrite	1.990		19.100
Minerais de manganèse	18.498		254.600
Représentant une valeur totale de			2.507.900

Cette valeur diffère peu de celle de l'année précédente (2.503.000 francs).

Le personnel ouvrier se répartit comme suit :

		OUVRIERS	
		à l'intérieur	à la surface
Hommes et garçons	au-dessus de 16 ans	935	451
	de 14 à 16 ans	5	62
	de 12 à 14 ans	0	32
Femmes et filles	au-desus de 21 ans	0	22
	de 16 à 21 ans	0	20
	de 12 à 16 ans	0	0
	Total	940	587
	Total général	1.527	

On voit donc que les travaux intérieurs de ces exploitations n'emploient ni femmes ni filles; celles-ci trouvent surtout du travail dans les ateliers de préparation mécanique, à la surface.

III. — Carrières.

Le tableau suivant donne, pour l'année 1891, les quantités et valeurs des produits fournis par les carrières belges :

	QUANTITÉS.	VALEURS. (francs.)
Pierres de taille	126.958 m. cub.	9.796.000
Chaux, moellons et pierrailles	1.610.983 m. cub.	7.718.000
Pierres à paver	86.158.700 pièces.	7.586.000
Dalles et carreaux	123.875 m. carr.	381.000
Marbre	11.350 m. cub.	2.209.000
Ardoises	31.569.000 pièces. 220 m. cub.	947.000
Pierres à faulx et à rasoir	130.000 pièces.	122.000
Meules en grès et grès réfractaire	90 m. cub.	2.000
Castine	197 365 m. cub.	308.000
Dolomie	1.500 m. cub.	3.000
Terre plastique	222.760 tonnes.	1.396.000
Marne et craie	38 075 m. cub.	143.000
Sable	328.731 m. cub.	630.000
Silex pour faïencerie	34.300 m. cub.	327.000
Silex, gravier et pierrailles pour empierrement	465.380 m cub.	1.140.000
Sulfate de baryte	200.000 tonnes.	80.000
Phosphate de chaux	291.080 m. cub.	5.030.000
Représentant une valeur totale de		37.818.000

Cette production, dont la valeur est inférieure de 1.462.000 fr. (*)

(*) Il faut noter que, d'une part, ce tableau ne comprend pas les argiles tertiaires fournies par les deux Flandres et par la province d'Anvers ;

au chiffre de 1890, a été fournie par 1.666 carrières comprenant dans leur ensemble 1.291 sièges à ciel ouvert et 586 souterrains.

La police des carrières souterraines appartenant seule aux ingénieurs des mines, c'est uniquement pour elles que l'on a pu dresser une répartition des ouvriers conforme aux classes déterminées par la loi du 13 décembre 1889 :

		OUVRIERS à l'intérieur	OUVRIERS à la surface
Hommes et garçons	au-dessus de 16 ans	2 129	1.179
	de 14 à 16 ans	400	193
	de 12 à 14 ans	11	49
Femmes et filles	au-dessus de 21 ans	19	144
	de 16 à 21 ans	21	192
	de 14 à 16 ans	22	»
	de 12 à 16 ans	»	67
	Total	2.605	1.824
	Total général	4.429	

IV. — Métallurgie.

Les usines métallurgiques sont réparties en cinq groupes :

1° Hauts fourneaux.

Nombre d'usines (actives)	19
Nombre de hauts-fourneaux (actifs)	28
Nombre d'ouvriers	2.827
Production en fonte	684.126 tonnes.
Valeur de la production	38.318.000 francs.

2° Usines à fer.

Nombre d'usines (actives)	64
Nombre de fours à puddler (actifs)	485
Id. à réchauffer (id.)	214
Id. autres (id.)	212
Nombre d'ouvriers	16.227
Production en fer	497.380 tonnes.
Valeur de la production	72.602.000 francs.

---

et que, d'autre part, la diminution en valeur de la production de 1891, comparée à celle de 1890, porte principalement sur la terre plastique et le phosphate de chaux.

3° *Aciéries.*

Nombre d'usines (actives)	9
Nombre de fours Martin (actifs)	6
Nombre de convertisseurs (id.)	12
Nombre de fours à réchauffer (id.)	36
Nombre d'ouvriers	3.124
Production en acier	206.305 tonnes.
Valeur de la production	29.111.000 francs.

4° *Usines à zinc.*

Nombre d'usines	11
Nombre de fours (actifs)	307
Nombre d'ouvriers	4.103
Production en zinc brut	85.999 tonnes.
Valeur de la production	48.271.000 francs.

5° *Usines à plomb et argent.*

Nombre d'usines (actives)		3
Nombre de fours à manche (actifs)		16
Nombre de fours à réverbère (id.)		3
Nombre de fours de coupelle (id.)		4
Nombre d'ouvriers		546
Production	Plomb brut	12.698 tonnes.
	Argent	33.950 kilogr.
Valeur de la production	Plomb brut	3.895.000 francs.
	Argent	5.562.000 —

V. — Accidents.

Les accidents survenus dans le courant de l'année 1891 se répartissent comme suit :

	TOTAL	CHARBONNAGES	MINES métalliques et minières	CARRIÈRES	USINES
Accidents ayant causé la mort immédiate ou dans les trente jours	182	167	0	9	6
Accidents ayant causé des blessures graves	76	69	1	2	4
Nombre total des accidents.	215	197	1	10	7

La classification de ces accidents par *causes* est contenue dans le tableau ci-après :

I. — *Intérieur des travaux.*

- Accidents survenus dans les puits et descenderies conduisant aux travaux souterrains
  - à l'occasion du transport des ouvriers
    - par câbles, cages, etc. . . .
    - par échelles . . . .
    - par fahrkunst. . . . .
  - par éboulements, chutes de pierres et corps d
  - dans d'autres circonstances . . . .
- Accidents survenus dans les puits intérieurs et cheminées d'exploitation
  - par l'emploi
    - des câbles. . . . . .
    - des échelles. . . . .
  - dans d'autres circonstances . . . .
- Eboulements (y compris chutes de pierres et blocs de houille, etc.) dan chantiers et les voies . . . .
- Accidents causés par le grisou
  - Dégagement normal
    - Inflammations dues
      - aux coups de mines. . . . .
      - aux appareils d'éclairage
        - Ouvertures de lam
        - Défectuosités, bris,
      - à des causes diverses ou inconnues .
    - Asphyxies. . . . .
  - Irruptions subites suivies
    - d'inflammation. . . . .
    - d'asphyxies, de projections de char ou de pierres, etc. . . . .
- Asphyxies par d'autres gaz que le grisou. . . . .
- Coups d'eau. . . . .
- Emploi des explosifs.
  - Tirage des mines. . . . .
  - Autres causes. . . . .
- Transport et circulation des ouvriers
  - sur voies de niveau ou peu inclinées. . . . .
  - sur voies inclinées où le transport s'effectue par
    - hommes et chevaux . . . .
    - treuils ou poulies. . . . .
    - traction mécanique. . . . .
- Causes diverses . . . .

Total. . . . .

II. — *Surface.*

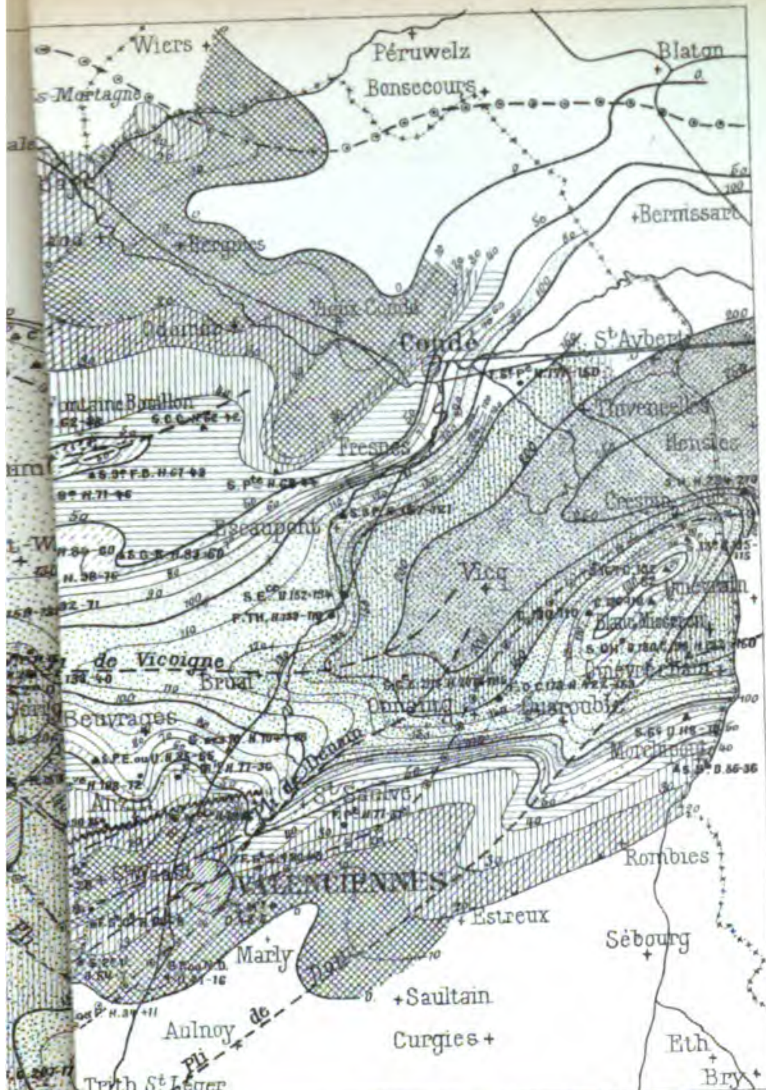
- Chutes dans les puits. . . . .
- Manœuvres de véhicules. . . . .
- Machines et appareils mécaniques. . . . .
- Causes diverses. . . . .

Total. . . . .

Total général . . . .

(*Extrait par* M. BELLOM, *ingénieur des mines, de*
tique des mines, minères, carrières, usines
giques et appareils à vapeur pour l'année 1
M. E. HARZÉ.)

Le Gérant : Vᵉ DUNOD.— Imprimerie C. Marpon et E. Flammarion, 26, r



S.Fe. — S. de la Percotte
S.W. — S. de Warlaing
S.Be — S. de la Bruyère
S.Cs — S. de Corbels
F.T. — F. des Tertres
S.1r G.B. — S. 1r du Grand-Bray
S.2e G.B. — S. 2e du Grand-Bray
F.Bs — F. des Bouils
S.R.C. — S. des Rouges-Carrières
S.D.W. — S. de la Drève de Wallers
S.1r H. — S. 1r d'Hélesmes
S.1r W. — S. 1r de Wallers
S.2e W. — S. 2e de Wallers
F.H. — F. d'Haveluy
F.L. — F. Lambrecht
S.2e W. — S. 2e d'Haveluy
F.J. — F. Jennings
F.E. — F. Elise
F.ES. — F. d'Escaudain
F.St Mu — F. de St Mathieu
F.E. — F. de l'Eclaireur
F.D. — F. Désirée
F.N. — F. la Naville
F.Dy — F. de Douchy
F.Rx — F. de Roeulx
F.Lt — F. Lebret

S.4e H. — S. 4e d'Haveluy
S.4e D. — S. 4e de Denain
F.57 et 58 C.L. — F. 57 et 58 de Chaband-Latour
F.B. — F. Bayard
F.J.P. — F. Joseph-Perier
S.P.D. — S. du Pont de Denain
S.9e D. — S. 9e de Denain
S.P.R. — S. du Pont de Rouvignies
S.1r V. ou P. — S. 1r du Vignoble ou du Paradis
S.T. ou U. — S. de Trith ou d'Urtebise
F.P. ou N-D. — F. du Pavillon ou Notre Dame
S.2e V. — S. 2e du Vignoble
F.St Cs — F. St Charles
F.L.S. — F. Lomprez-Sud
F.De — F. Duteuple
F.Hn — F. d'Hérin
S.1r O. — S. 1r d'Oisy
S.C.P. — S. du Chemin des Prêtres
S.Mg — S. de Maing
S.1r D.R. — S. 1r de la Drève de Rasmes
S.C.C. — S. du Clair Cernier
S.9e F.B. — S. 9e du Fond de Bouzé
S.T.N.D.A. — S. T. de Notre Dame d'Amour
S.6e Mt B. — S. 6e du Mont des Bruyères
F.St Pe — F. St Pierre

S.Pte — S. de la Planquette
S.3P. — S. des Trois Peupliers
S.Ece — S. de l'Espérance
F.TH. — F. Thiers
S.G-R. — S. du Grand Rond
S.Mt E. — S. du Mont des Ermites
S.Mt C. — S. du Mont de Caumont
S.By — S. de Bachy
S.B.G. — S. du Bois de Vicoigne
S.G.C. — S. du Grand-Champ
S.P.R. — S. du Pont du Roi
F.Pt — F. Petit
S.H. — S. d'Hensies
S.des M. — S. des Marbicans
S.B.A. — S. du Bosquet d'Aulnes
S.P.E. ou U. — S. du Pot d'Etain ou de l'Usine
F.Min — F. du Moulin
F.Cve — F. de la Cave
F.R. — F. de Rasmes
F.Pne — F. Pauline
S.Mets — S. des Moulinets
F.St S. — F. de St Saulve
S.My — S. de Marly
S.Ge — S. de la Gare
F.O. — F. d'Onnaing
S.Che — S. de la Chapelle

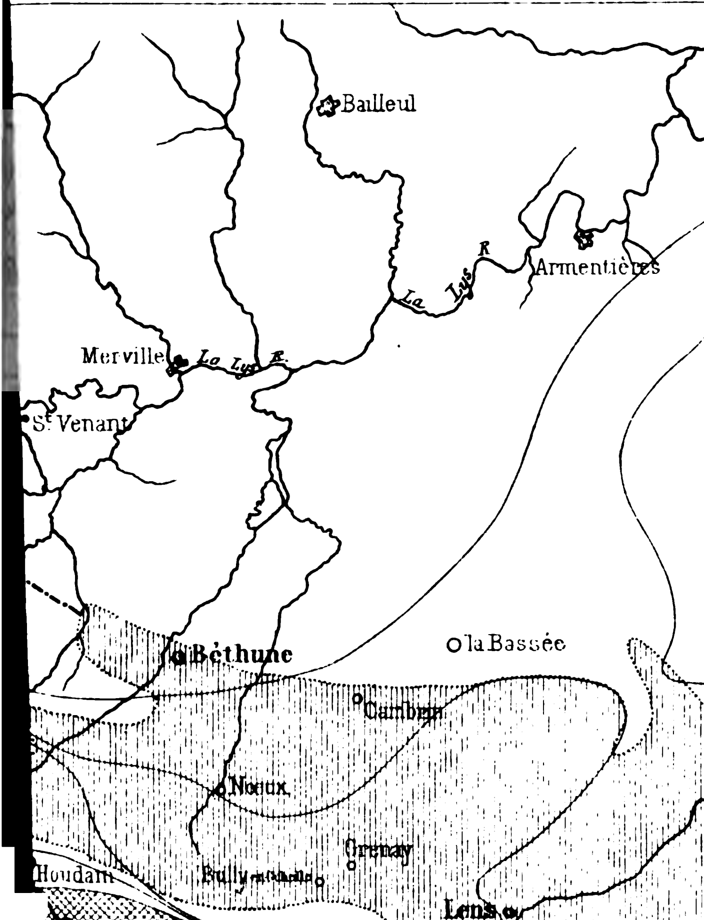
Auto-Imp. L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Par[is]

des ondulations crétacées et tertiaires
dans le
PAS-DE-CALAIS.

Legende

Courbes de niveau de la surface des terrains primaires de 50 en 50m	------	Courbes de niveau de la base du Crétacé (Wealdien) de 20 en 20m	
Terrains anciens au-dessus de 50m	—.—.—	Axe synclinal	
Courbes de niveau de la base de la craie à *Micraster breviporus*.	———	Axe anticlinal	
		Bassin houiller (Affleurement au Tertia)	

Echelle $\frac{1}{320000}$



5. Coupe suivant gh.

Fig. 6. Coupe suivant ik.

Fig. 4. Coupe suivant op.

des

Auto-Imp. L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Par



Fig. 3. Coupe suivant CDEF.

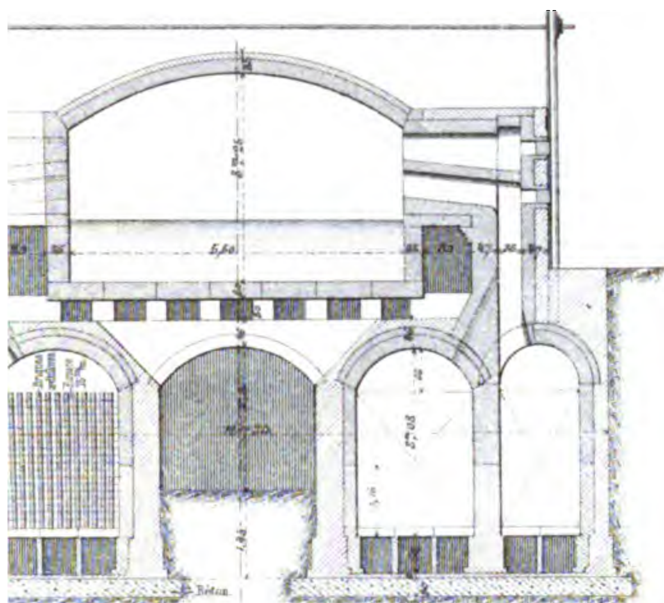
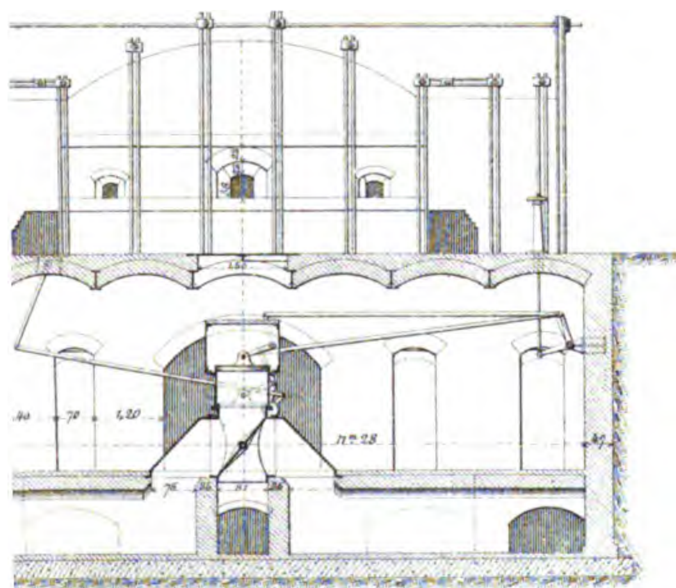


Fig. 4. Coupe suivant IK.



Auto-Imp. L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Paris.

CHARLES COUCHE

Inspecteur général des Mines,
Professeur du Cours de Construction et de Chemins de fer
à l'École supérieure des Mines.

VOIE, MATÉRIEL ROULAN

ET

EXPLOITATION TECHNIQUE

DES CHEMINS DE FER

TOME I. — *Voie.* — 1 vol. in-8° et atlas. **25**

TOME II. — *Matériel de transport et traction.* In-8° et atlas. **85**

TOME III. — *Production et distribution de la vapeur, etc.* In-8° et atlas. **50**

L'ouvrage complet. — 3 vol. in-8° et 3 atlas. . . . **155** »

VON GRODDECK

TRAITÉ DES GITES

MÉTALLIFÈRES

TRADUIT DE L'ALLEMAND

Par **H. KUSS**

Ingénieur en chef des mines.

1 volume in-8°, avec nombreuses figures intercalées dans le texte.

ıx. . . . . **15** fr..

Depuis Janvier 1892

LES ANNALES DES MINES

Paraissent tous les mois

LE DES CHEMINS DE FER

PUBLICATION MENSUELLE TECHNIQUE

EXPLICATION DES PLANCHES.

JANVIER.

Pl. I et II. — Étude sur le raccordement des bassins houillers du nord de la France et du sud de l'Angleterre.

Pl. III et IV. — Étude sur le nouveau four Siemens.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME III.

2e LIVRAISON DE 1893.

PARIS.

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

AVIS La 12e livraison de 1892 paraitra prochainement.

TABLE DES MATIÈRES.

FÉVRIER.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

N.-B. — Le *Journal Officiel* publie tous les lundis les propositions et homologations de tarifs de chemins de fer. Des abonnements spéciaux peuvent être pris pour la partie du journal contenant lesdites propositions et homologations.

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL POUR MINES

VENTILATEURS SYST. L. SER

Brevetés S. G. D. G.

A BRAS, FIXES ET PORTATIFS

Pour Mines, Forges, Fonderies, Navires, Séchoirs, etc. Seul ventilateur ayant obtenu la médaille d'or à l'Exposition universelle de Paris 1889, la plus haute récompense accordée aux appareils de ce genre.

Références : Plus de 300 applications en 3 ans.

TUYAUX D'AÉRAGE

COMPRESSEURS D'AIR Syst. BURCKHARDT & WEISS

Breveté S. G. D. G.

A GRANDE VITESSE, FONCTIONNANT A SEC — MODÈLE 1891

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

POMPES HELICO-CENTRIFUGES. Syst. MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, Bté S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS — TRIAGES — CRIBLAGES — DÉSCHISTAGES

TRAINAGES MÉCANIQUES — VAGONNETS ET VOIES PORTATIV

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER — MOL...

CAGES D'EXTRACTION FER OU ACIER AVEC PARACHUTE

Paliers à rotule Roquel, évitant le frottement des câbles sur les joues des m

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPE

LOCOMOBILES — TRANSMISSIONS — GROSSE CHAUDR

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEM

Catalogues sur demande.

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

CHALON-S-SAÔNE (FRANCE)

LOUIS FLASSE
ET SES FILS

à Ville Pommerœul (Hainaut) Belgique

et Dombasle-sur-Meurthe, France

ENTREPRISE A FORFAIT
DE SONDAGES ET PUITS ARTÉSIENS

A GRANDS DIAMÈTRES DE TOUTE PROFONDEUR

SONDAGES D'EXPLOITATION DE SALINES

et réparation des Sondages écroulés par suite de la dissolution du sel

SYSTÈME A CHUTE-LIBRE

LE PLUS PERFECTIONNÉ DU JOUR, MARCHE GARANTIE RÉGULIÈRE ET RAPIDE

LOCATION DE MATÉRIEL, ETC.

MAISON FONDÉE EN 1868

L. DUMONT

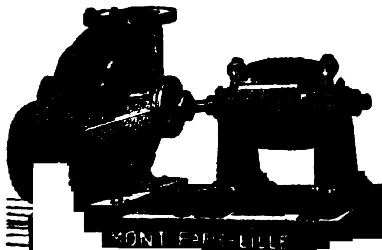
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



LAMPES DE MINEURS

EN TOUS GENRES

COSSET-DUBRULLE FILS

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

LILLE — 3, rue de Toul, 3 — LILLE

LES PLUS HAUTES RÉCOMPENSES AUX EXPOSITIONS

FERMETURES AUTOMATIQUES ET A RIVETS DE PLOMB

TOUS MODÈLES EXÉCUTÉS SUR DESSINS OU TYPES

FOURNITURES DE TOUTES PIÈCES POUR ÉCLAIRAGE

Envoi franco sur demande des Prix-courants

ÉTABLISSEMENTS GENESTE, HERSCHER & Cie

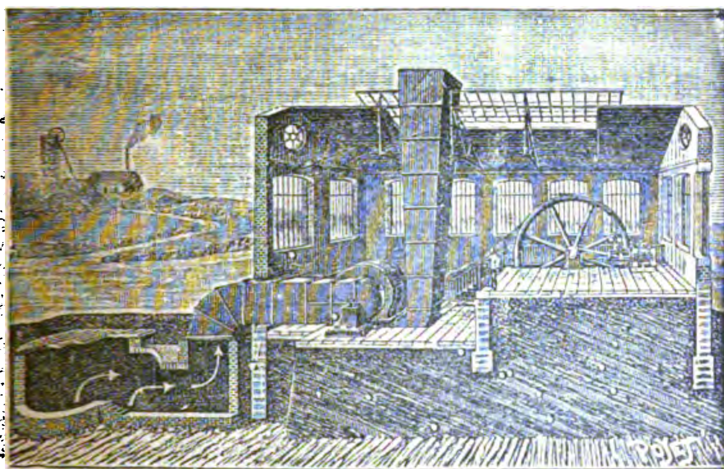
MAISON PRINCIPALE A PARIS, 42, RUE DU CHEMIN-VERT

Usine à Creil. — Succursale à Bruxelles

3 GRANDS PRIX A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS 1889

VENTILATEURS DE MINES, système SER

Rendement dépassant 85 0/0



Installation d'un ventilateur sur une mine.

Collection complète de Ventilateurs pour Fonderies, Forges, Navires, Ateliers, Ventilation, etc.

Dispositions spéciales pour être actionnés par moteurs à vapeur, hydrauliques, électriques, air comprimé, etc., etc.

Petits Ventilateurs à bras pour galeries de recherches ou autres.

APPLICATIONS DU GÉNIE SANITAIRE

Ventilation mécanique, Chauffage à vapeur, à eau chaude, etc. Projets, Construction d'appareils et installations.

Assainissement des Villes et des Habitations

Étude, Fabrication et Fournitures d'Appareils.

DÉSINFECTION

Matériel sanitaire pour combattre la transmission et la propagation des épidémies.—Étuves à désinfection fixes et locomobiles par la vapeur sous pression.—Pulvérisateurs pour la désinfection des parois et celle des objets ne pouvant supporter l'action de la chaleur. — Appareils à stériliser l'eau (système Rouart, Geneste, Herscher), produisant de l'eau débarrassée de tout microbe, potable et digestible.

RECHERCHES
SUR LA COMPOSITION GÉNÉRALE
ET LA TENEUR EN FLUOR
DES OS MODERNES ET DES OS FOSSILES
DES DIFFÉRENTS AGES

Par M. ADOLPHE CARNOT, Ingénieur en chef des mines,
Professeur à l'École supérieure des mines.

L'existence du fluor dans les os fossiles a été découverte au commencement de ce siècle par Morichini et confirmée par Fourcroy, Vauquelin, Proust, Klaproth, Chevreul.

Morichini avait également annoncé que les os d'animaux vivants contenaient du fluor ; mais le fait avait paru mal établi et n'avait pas été accepté par le monde savant.

Aussi Delamétherie écrivait-il, en 1806 (*) :

« Proust observe avec raison, que l'acide fluorique et l'acide phosphorique se trouvent très souvent ensemble dans les minéraux.

« Ces faits ont engagé Klaproth à soupçonner que l'acide phosphorique, qui est si abondant dans les os des animaux vivants, pouvait se convertir en acide fluorique ; car ces os des animaux vivants ne contiennent point d'acide fluorique, quoique Morichini l'ait avancé.

(*) *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, LXII, p. 225.

« Les terrains calcaires, où se trouvent les os fossiles, ne contiennent également point d'acide fluorique.

« D'où viendrait donc cet acide fluorique des os fossiles, ajoute le célèbre chimiste de Berlin ? »

Ce curieux passage, que je viens de rencontrer après avoir achevé mes recherches personnelles, en feuilletant ce qui a été publié précédemment sur le même sujet, pourrait servir d'épigraphe au travail qui va suivre ; car il soulève précisément les principales questions que je me suis efforcé d'éclaircir :

Quelle est la composition de la matière minérale des os modernes et celle des os fossiles, principalement au point de vue du fluor ?

Les os fossiles des différents âges présentent-ils le même degré de fluoration ?

Quelle peut être l'origine du fluor contenu dans les os fossiles ?

OS MODERNES.

Berzélius établit avec certitude que les os d'animaux vivants renfermaient du fluor en les traitant, après calcination, par de l'acide sulfurique étendu de son poids d'eau dans une cornue et distillant dans un récipient de verre ; après avoir décanté la liqueur et desséché le récipient par la chaleur, on constate que les parois en ont été dépolies par l'acide fluorhydrique. Le grand chimiste ajoute (*) : « La quantité de fluorure calcique n'est pas considérable dans les os. La manière dont je m'y suis pris pour le déterminer, dans des travaux déjà anciens sur la composition des os, donne un résultat inexact. Je croyais avoir trouvé que les os contenaient 2 pour 100 de fluorure calcique, mais c'est certainement trop.

(*) *Traité de chimie*, par J.-J. Berzélius, traduit par Esslinger, t. VII, p. 473. 1833.

Vers la même époque, en 1833, Gay-Lussac, dans son cours à la Faculté des sciences, disait que le fluorure de calcium entrait pour 1/100 dans la composition des os et de l'émail des dents.

En 1843, Girardin et Preisser, dans un « *Mémoire sur les os anciens et fossiles* » (*), déclarent qu' « ils n'ont pu reconnaître la moindre trace de fluorure de calcium dans les os humains anciennement enfouis. » Ils ajoutent : « L'existence de ce sel dans les os récents d'hommes et d'animaux est plus que douteuse. Fourcroy et Vauquelin n'ont pu l'y découvrir, quoiqu'ils l'aient bien constaté dans l'ivoire fossile. MM. Morichini et Berzélius sont, pour ainsi dire, les seuls chimistes qui en aient accusé la présence dans les os récents. Nous l'y avons vainement cherché, et MM. Klaproth et Rees n'ont pas été plus heureux que nous. »

La présence du fluorure de calcium fut, au contraire, mise hors de doute par les expériences de M. Fremy, qui en rendit compte au cours de son important travail sur la constitution chimique des os, publié en 1855 (**).

L'auteur expose que, la cendre d'os étant soumise à l'action de l'acide sulfurique concentré en présence de silice, il se produisait un dégagement de fluorure de silicium, qui, se décomposant en présence de l'eau, donnait des quantités notables de silice, facile à constater.

Il opérait aussi en traitant de la cendre d'os par de l'acide sulfurique concentré dans un vase de platine et obtenait un acide attaquant le verre.

Ces expériences montrent bien qu'il existe du fluorure de calcium dans les os ; mais, aux termes même du mémoire (page 63), il est en quantité si faible, « que pour

(*) *Annales de physique et de chimie*, 1843, t. III, p. 370.
(**) « Recherches chimiques sur les os », *Annales de physique et de chimie*, 1855, t. I, p. 47.

constater sa présence il faut avoir recours à des expériences délicates. »

Aussi l'éminent auteur du mémoire déclare-t-il qu'il ne donnera « pas de détermination analytique du fluorure de calcium », parce qu'il ne connaît « aucune méthode analytique qui permette d'apprécier d'une manière exacte la quantité de ce sel contenue dans la matière osseuse » (page 70).

Les analyses de Von Bibra font de même mention du fluorure de calcium avec le phosphate de chaux, mais sans en jamais déterminer la proportion.

Plus récemment Heintz a cru trouver, dans les cendres du fémur humain, de 3 à 5 p. 100 de fluorure de calcium, tandis que Zaleski n'en a dosé que 0,47 p. 100 (0,229 de fluor).

En présence de pareilles divergences et d'une si grande incertitude, il m'a paru nécessaire de reprendre entièrement la question de la détermination quantitative du fluor dans les os, en mettant à profit la nouvelle méthode que j'ai exposée précédemment et qui permet d'opérer en beaucoup moins de temps avec une exactitude beaucoup plus grande que d'après les méthodes antérieures.

J'ai donc fait le dosage aussi précis que possible du fluor dans des os d'animaux assez nombreux et assez variés (*). J'ai fait aussi, pour quelques échantillons, une analyse complète que je transcrirai ici en vue de la comparaison à établir avec les os fossiles.

Procédés d'analyse.— Avant de présenter les résultats des analyses, j'indiquerai rapidement les procédés de recherches.

(*) C'est à l'obligeance de M. Georges Pouchet, professeur au Muséum d'histoire naturelle, que je dois la plupart des os modernes sur lesquels ont porté les analyses. Je lui en exprime ici tous mes remerciements.

On sait que les os se composent d'une partie minérale et d'une partie organique. Je ne me suis occupé que de la première; quant à la partie organique, je me suis borné à en déterminer la proportion en calcinant à température modérée, dans le moufle, de manière à ne conserver que les cendres. La chaux caustique, qui avait pu se produire pendant la calcination, était ramenée à l'état de carbonate de chaux par addition de carbonate d'ammoniaque, évaporation et calcination vers 200° avant de peser les cendres.

En prenant le poids des fragments d'os bien lavés et séchés, puis le poids des cendres, la différence peut être considérée comme représentant le poids de la matière organique.

Les cendres des os modernes sont formées des éléments suivants :

Du phosphate de chaux tribasique, en quantité dominante, avec un peu de phosphate de magnésie; très peu de fluorure et de chlorure de calcium; du carbonate de chaux; très peu de peroxyde de fer et d'alumine; enfin une proportion extrêmement faible de sels alcalins (chlorures, sulfates et peut-être phosphates) dont je n'ai pas tenu compte dans les analyses ci-après.

Dans les os fossiles, nous verrons que les proportions de phosphate et de carbonate de chaux varient, que celles de magnésie et de chlore changent peu, que le fluorure de calcium est en quantité plus importante; il y a souvent aussi beaucoup plus d'oxyde de fer et parfois du phosphate de fer; quelquefois on trouve de la silice cristallisée, plus souvent un peu de sable ou d'argile; enfin, dans certains cas, du sulfate de chaux et de la pyrite de fer.

Analyses complètes. — L'analyse complète des cendres d'os modernes comprend les opérations suivantes :

1° Dosage du fluor;

2° Dosage du chlore;

3° Dosage de l'acide carbonique;

4° Dosage de l'acide phosphorique et des bases (chaux et magnésie, alumine et oxyde de fer).

Mêmes opérations sur les cendres d'os fossiles, avec quelques recherches spéciales assez simples pour qu'il soit inutile de s'y arrêter ici.

1° *Fluor.* — Le dosage du fluor a toujours été effectué par la méthode que j'ai décrite en détail (*) et qui repose sur : la décomposition du fluorure en présence d'un grand excès de silice par l'acide sulfurique concentré, dans un appareil parfaitement sec, parcouru par un courant lent de gaz sec; la transformation du fluorure de silicium gazeux en fluosilicate de potassium, qui est recueilli, lavé, séché et pesé.

Si le chlore n'est pas en quantité négligeable, on l'absorbe en faisant passer le courant de gaz sur de la ponce imprégnée de sulfate de cuivre et chauffée jusqu'à déshydratation complète.

Le même réactif arrête l'hydrogène sulfuré lorsque la matière calcinée contient un sulfure qui est décomposé par l'acide sulfurique.

S'il y a des matières organiques pouvant donner naissance à de l'acide sulfureux, on retient celui-ci par de la chaux caustique récemment calcinée.

Enfin, dans le cas des matières renfermant de l'iode, on s'en empare au moyen de tournure de cuivre placée en avant du sulfate de cuivre.

On emploie, pour doser le fluor, une quantité de cendres qui peut aller de 5 grammes dans les os modernes jusqu'à 2 grammes dans les os fossiles, de manière à avoir toujours une quantité convenable de fluosilicate de potassium à déterminer sur la balance.

(*) Voir *supra*, p. 130 (1re livraison 1893).

2° *Chlore.* — Pour doser le chlore, on fait une opération spéciale en traitant 1 ou 2 grammes de cendres par l'acide azotique un peu étendu à froid; quand la dissolution est complète, on ajoute de l'eau et du nitrate d'argent. Le poids du chlorure d'argent desséché fait connaître la proportion de chlore.

3° *Acide carbonique.* — La proportion d'acide carbonique, permettant de calculer le carbonate de chaux, s'obtient en attaquant de 2 à 4 grammes de cendres par l'acide nitrique dans un petit ballon exactement taré et muni d'un tube à ponce sulfurique pour retenir l'humidité. A la fin de l'opération, on remplace par aspiration l'acide carbonique par de l'air sec et on pèse l'appareil. La perte de poids représente l'acide carbonique dégagé.

4° *Acide phosphorique, chaux, magnésie, alumine et oxyde de fer.* — On opère ces recherches sur 2 grammes de cendres. On dissout dans l'acide chlorhydrique et on chauffe assez longtemps dans une capsule de platine pour chasser tout le fluor par évaporation.

La solution étendue d'eau est alors filtrée, puis saturée presque exactement par l'ammoniaque, en allant jusqu'à un commencement de précipitation du phosphate de chaux; on le redissout par l'acide acétique ajouté peu à peu et en très léger excès, de manière à ne pas produire un échauffement notable de la liqueur.

Il se fait un précipité de phosphate de fer, seul ou avec phosphate d'alumine. Si ce précipité est presque insignifiant, on se borne à en prendre le poids après lavage et calcination et suivant que l'on a constaté l'absence (1) ou la présence (2) de l'alumine, on calcule ainsi le poids des divers éléments (sans séparer le fer et l'alumine):

$$(1) \qquad PhO^5Fe^2O^3 = p, \quad PhO^5 = 0{,}47p, \quad Fe^2O^3 = 0{,}53p,$$

$$(2) \quad PhO^5\begin{pmatrix}Fe^2O^3\\ Al^2O^3\end{pmatrix} = p', \quad PhO^5 = 0{,}50p', \quad \begin{pmatrix}Fe^2O^3\\ Al^2O^3\end{pmatrix} = 0{,}50p'.$$

Si le précipité est un peu volumineux, on y dose séparément les éléments en séparant l'acide phosphorique par le molybdate d'ammonium.

La liqueur acétique, d'où l'on a enlevé le phosphate de fer et d'alumine, est étendue à 200 centimètres cubes. On en prend exactement la moitié pour doser la chaux, la magnésie et l'acide phosphorique, l'autre moitié étant mise en réserve pour contrôler au besoin les résultats.

L'addition d'oxalate d'ammoniaque neutre et pur détermine la précipitation de la chaux, qu'on sépare à l'état d'oxalate et qu'on dose à l'état de chaux caustique, de carbonate ou de sulfate de chaux.

La liqueur filtrée, sursaturée d'ammoniaque, est laissée en repos pendant 24 heures et donne un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, dont le poids, après calcination, permet de calculer la magnésie et une partie de l'acide phosphorique :

$$PhO^5 2MgO = p_1, \quad 2MgO = 0{,}36p_1, \quad PhO^5 = 0{,}64p_1.$$

Le reste de l'acide phosphorique est précipité dans la solution finale par la mixture magnésienne et dosé à l'état $PhO^5 2MgO$.

Essais rapides. — Dans la série très nombreuse des os modernes ou fossiles que j'ai examinés, il aurait été fort long et peu utile de faire des analyses complètes. Dans la plupart des cas, je me suis borné à faire, à côté des essais qualitatifs, le dosage exact du fluor à l'état de fluosilicate de potassium et la détermination rapide de l'acide phosphorique au moyen d'une solution titrée de sel d'urane.

Cette dernière opération s'exécutait de la façon suivante :

2 grammes des cendres sont dissous dans l'acide chlorhydrique ; on procède, comme je viens de le dire, pour la neutralisation de cette liqueur, la séparation et la pesée

du phosphate de fer ou de fer et d'alumine, dont on prend les 0,47 ou les 0,50 pour représenter le poids de l'acide phosphorique.

La presque totalité de l'acide phosphorique se trouve dans la solution acétique, sur laquelle on procède à l'essai volumétrique.

Il y aurait inconvénient à y verser une solution titrée de sel d'urane, parce qu'il se produirait un entraînement de phosphate de chaux avec le phosphate d'urane et que l'on trouverait, par conséquent, une teneur trop faible par la mesure du volume de la solution uranique. On arrive à un résultat plus exact en faisant le dosage par la méthode indirecte.

On étend la liqueur à 200 centimètres cubes, puis on la verse à l'aide d'une burette graduée dans un volume déterminé d'une solution titrée de nitrate d'urane, additionnée d'un peu d'acétate de soude, légèrement acidifiée par l'acide acétique et chauffée vers 80°. On s'arrête lorsqu'une goutte du liquide, déposée sur une soucoupe de porcelaine au contact d'un peu de ferrocyanure de potassium en poudre, cesse de donner une coloration brune.

Pour titrer la solution d'urane, on opère absolument de même, en partant d'un poids exactement connu de phosphate de chaux. (En partant d'un phosphate de chaux exactement analysé, on arrive plus exactement qu'en partant du phosphate de soude pur, parce qu'on fait le titrage et le dosage dans des conditions identiques). On ajoute de l'eau pure, de façon que 40 centimètres cubes correspondent exactement à 0gr,200 d'acide phosphorique (ou 1 centimètre cube à 0gr,005 de PhO^5). On fait ensuite une seconde opération semblable pour vérifier que le titre est exact.

Dans l'essai d'un phosphate, si l'on opère sur 2 grammes et si l'on forme 200 centimètres cubes de liqueur acéti-

que, on calculera la teneur en acide phosphorique d'après le volume V de liquide, qui aura saturé les 40 centimètres cubes de solution d'urane ; ce volume contenait $0^{gr},200$ d'acide phosphorique. Par conséquent, dans 1 gramme du phosphate ou 100 centimètres cubes du liquide, il y avait $0^{gr},200 \times \frac{100}{V}$ (V étant exprimé en centim. cubes).

Voici les résultats des analyses pour un certain nombre d'os modernes d'origine très variée.

I. Os humain; corps du fémur.
II. Os humain; tête du fémur.
III. Os de bœuf; tibia.
IV. Os de lamantin moderne; côte.

	I.	II.	III.	IV.
$PhO^5 3CaO$	87,45	87,87	85,72	81,82
$PhO^5 3MgO$	1,57	1,75	1,53	2,62
CaFl	0,35	0,37	0,45	0,63
CaCl	0,23	0,30	0,30	0,36
$CaOCO^2$	10,18	9,23	11,96	14,25
Fe^2O^3	0,10	0,13	0,13	0,15
Total	99,88	99,65	100,09	99,83

V. Fémur d'éléphant moderne (royaume de Siam).
VI. Dent d'éléphant; dentine.
VII. Défense d'éléphant; ivoire.
VIII. Os de grand serpent.

	V.	VI.	VII.	VIII.
$PhO^5 3CaO$	90,03	86,87	82,08	89,80
$PhO^5 3MgO$	1,96	3,32	15,72	1,91
CaFl	0,47	0,43	0,20	0,43
CaCl	0.20	0,39	traces	0,20
$CaOCO^2$	7,27	8,60	2,04	7,41
Fe^2O^3	0,15	0,20	0,08	0,15
Total	100,08	100,11	100,12	99,90

IX. Carapace de trionyx.
X. Os de testudo radiata.
XI. Os de crocodile.
XII. Os de varan à deux bandes.

	IX.	X.	XI.	XII.
$PhO^5 3CaO$	80,37	81,87	87,67	87,32
$PhO^5 3MgO$	1,46	1,49	1,05	1,69
CaFl	0,27	0,35	0,33	0,57
CaCl	0,10	0,16	0,34	0,24
$CaOCO^2$	16,58	15,80	10,69	9,88
Fe^2O^3	1,09	0.13	0,17	0,12
Total	99,87	99,80	100,25	99,82

Ces analyses confirment, sur presque tous les points, les conclusions que M. Fremy a tirées de ses nombreux essais; nous ferons remarquer avec lui la constance générale qui existe dans les proportions de phosphate et de carbonate de chaux des os proprement dits, soit que l'on compare les différentes parties d'un même os ou les différents os d'un même individu ou encore les os d'animaux d'espèces diverses.

La même observation peut être faite pour la proportion de fluorure de calcium, qui ne dépasse guère les limites inférieure et supérieure de 1/3 et 1/2 p. 100. Le chlorure de calcium est presque toujours en quantité encore moindre que le fluorure. Il en de même de l'oxyde de fer, sauf dans la carapace osseuse de la tortue trionyx (IX).

Il faut cependant signaler quelques exceptions à cette constance des proportions pour des substances osseuses de nature spéciale, comme les dents, la défense de l'éléphant, la carapace de la tortue. Le phosphate de magnésie, presque toujours en quantité inférieure à 2 p. 100, s'élève à près de 4 p. 100 dans la dent de l'éléphant (VI) et dépasse 15 p. 100 dans l'ivoire de la défense (VII), dont il contribue peut-être à augmenter la compacité et la résistance. En même temps le carbonate de chaux, qui, le plus souvent, forme plus des 9/100 de la substance des os, s'abaisse à 2/100 dans l'ivoire (VII).

Le carbonate de chaux est en proportion sensiblement supérieure à la moyenne dans les os des animaux herbivores et surtout de ceux qui vivent dans l'eau, comme le lamantin et les tortues (IV, IX et X).

Au point de vue particulier du fluor et de l'acide phosphorique, qui doivent rester le principal objet de ce travail, j'ai fait beaucoup d'autres essais, afin de mieux comparer les os modernes et les os fossiles d'animaux d'espèces analogues. Je grouperai les résultats de ces essais dans

un tableau unique. La première colonne indique la teneur en acide phosphorique ; la seconde, la teneur en fluor ; la troisième donne le ***rapport*** calculé de cette proportion de fluor à celle que présenterait une apatite d'égale teneur en acide phosphorique.

Os modernes.	PhO^5.	Fl.	Rapport.
Corps de fémur humain	40,91	0,17	0,05
Tête de fémur humain	41,20	0,18	0,05
Côte humaine	36,80	0,22	0,06
Os de bœuf	40,10	0,25	0,07
Os de jeune veau	40,32	0,23	0,06
Os d'éléphant	41,24	0,23	0,06
Dent d'éléphant (dentine)	41,77	0,21	0,05
Ivoire moderne	46,12	0,10	0,02
Os de lamantin	38,93	0,31	0,09
Os de dugong	38,03	0,27	0,08
Os de rytina gigas	39,52	0,24	0,07
Os de cigogne blanche	38,20	0,19	0,05
Carapace de trionyx	37,54	0,13	0,04
Os de testudo radiata	38,30	0,17	0,05
Os de grand serpent	42,16	0,21	0,05
Os de crocodile	40,88	0,16	0,04
Os de varan	40,91	0,28	0,07
Os et arêtes de turbot	40,96	0,21	0,05
— de morue	41,27	0,24	0,06
— de brochet	38,26	0,16	0,05

On voit que la teneur en fluor est toujours comprise entre 0,16 et 0,31 p. 100, tandis que la teneur en acide phosphorique a pour limites extrêmes 37 et 42 p. 100 (exception faite pour l'ivoire). Les os contiennent en général de 0,05 à 0,07 du fluor correspondant à la même teneur en acide phosphorique dans l'apatite normale. La moyenne de vingt essais donne : 0,058.

OS FOSSILES.

Je présenterai d'abord quelques analyses complètes d'os fossiles, destinées à servir de types, comme je l'ai déjà fait pour les os modernes, afin que l'on puisse les comparer aux précédentes et se rendre compte des principales modifications produites par la fossilisation.

Ensuite je donnerai les résultats d'un grand nombre d'essais plus sommaires, effectués sur des os de tout âge, avec dosage spécial de l'acide phosphorique et du fluor, qui présentent, comme nous le verrons, un intérêt particulier (*).

Analyses complètes.

1° Os de lamantin trouvé dans les tourbières de Scanie (Suède); terrain quaternaire.

Phosphate de chaux	64,63
— de magnésie	1,97
— de peroxyde de fer ($PhO^5Fe^2O^3$)	9,63
Fluorure de calcium	0,88
Chlorure de calcium	0,44
Carbonate de chaux	21,20
Silice	0,75
Total	99,50

2° Os de bœuf du gisement de Cindré (Allier); terrain quaternaire.

Phosphate de chaux	79,05
— de magnésie	0,65
— de peroxyde de fer	1,34
Fluorure de calcium	1,70
Chlorure de calcium	0,48
Carbonate de chaux	15,98
Silice	0,10
Total	99,30

3° Os de lamantin d'Etréchy (Seine-et-Oise); terrain tertiaire, étage tongrien.

(*) M. A. Gaudry, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle, a bien voulu faciliter mes recherches en mettant à ma disposition une nombreuse série d'échantillons d'os appartenant aux différents terrains géologiques, avec leurs noms et leurs provenances. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour son extrême obligeance, bien connue, d'ailleurs, de tous les savants.

Phosphate de chaux	68,53
— de magnésie	2,27
— de peroxyde de fer	8,68
Fluorure de calcium	3,82
Chlorure de calcium	0,30
Carbonate de chaux	15,68
Silice	0,35
Total	99,63

4° Vertèbre d'ichthyosaure provenant du Havre (Seine-Inférieure); terrain jurassique, argiles kimmeridgiennes.

Phosphate de chaux	12,90
— de fer	1,23
Sulfure de fer (FeS^2)	24,92
Fluorure de calcium	3,42
Carbonate de chaux	51,56
Sulfate de chaux	4,23
Silice et argile	1,57
Total	99,83

5° Ossement silicifié de reptile de Bayreuth (Bavière). Terrain triasique. Il ne reste qu'une mince croûte de phosphate de fer; la partie centrale est formée de cristaux violacés de quartz, entourés d'une masse quartzeuse gris bleuâtre, traversée par des veines grises qui se relient à l'enveloppe phosphatée.

Quartz	98,45
Phosphate de peroxyde de fer	0,62
Fluorure de calcium	traces
Perte au feu	0,88
Total	99,95

6° Débris de poissons dans une brèche osseuse rougeâtre, provenant du terrain silurien inférieur de Canyon-City (montagnes Rocheuses).

Matières organiques	5,67
Phosphate de chaux	67,70
Fluorure de calcium	5,31
Carbonate de chaux	15,01
Peroxyde de fer	7,10
Total	100,79

Nota. Les quatre premières analyses ne portent que sur la partie minérale, abstraction faite des matières organiques; dans

les deux dernières, on a tenu compte de la matière organique dans le calcul.

Les nombres relatifs au fluor et à l'acide phosphorique se retrouveront plus loin dans la série des essais classés par terrains géologiques.

A la suite de ces analyses, je crois utile de rappeler d'autres travaux sur le même sujet :

Os fossiles, d'après Girardin et Preisser (*).

1. Os métacarpien d'ours fossile de la caverne de Mialet (Gard).
2. Défense fossile d'éléphant trouvée dans un terrain d'alluvion, à Saint-Pierre-sur-Dives (Calvados).
3. Vertèbre de Plesiosaurus dolichodeirus, trouvée dans l'argile oxfordienne de Dives; terrain jurassique.
4. Grand os de Pœkilopleuron bucklandii, des carrières de la Maladrerie, calcaire de Caen; terrain jurassique.
5, 6. 7. Os d'Ichthyosaurus : 5, portion de côte trouvée dans l'argile de Dives; 6, portion de côte trouvée dans la craie chloritée ; 7, fragment d'os de la tête trouvé dans le terrain jurassique.
8. Os de lamantin, du terrain tertiaire des environs de Valognes (Manche).
9. Fragment roulé, très probablement de l'otarie à crinière, du détroit de Magellan.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eau hygrométrique	1,30	—	2,20	—	—	—	0,60	—	—
Matières organiques. . . .	7,17	traces	4,80	1,30	1,34	8,19	7,07	—	1,17
Sous-phosphate de chaux.	75,45	75,91	54,20	71,12	46,00	76,00	70,11	76,40	61,19
Phosphate de magnesie. .	2,81	3,05	4,61	—	1,00	1,08	1,45	—	0,95
Phosphate de fer.	—	—	6,40	0.12	16,11	0,70	—	5,71	—
Carbonate de chaux. . . .	12,18	18,40	10,17	25,31	31,09	10,00	17,12	0,97	14,48
Fluorure de calcium. . . .	1,09	2,64	2,11	0,86	1,02	1,02	1,65	9,12	22,21
Silice	—	—	9,21	1,29	3,21	3,01	2,00	7,80	
Alumine.	—	—	6,30	—	—	—	—	—	—
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota. Les derniers nombres donnés pour le fluorure de calcium montrent bien que l'on ne peut compter en aucune façon sur l'exactitude du dosage du fluor dans ces analyses.

Os fossiles, d'après M. Fremy (**).

1. Bœuf fossile des cavernes d'Oreston; métatarsien, partie extérieure ayant l'aspect du bois.
2. Id.; partie intérieure devenue très friable.
3. Id.; partie spongieuse.

(*) *Annales de physique et de chimie*, 1843, t. III, p. 373.
(**) *Annales de physique et de chimie*, 1855, t. I, p. 88.

4. Rhinocéros fossile de Sansan (Gers); vertèbres.
5. Id.; côtes.
6. Hyène fossile des cavernes de Kirkdale; os long.
7. Rhinocéros fossile; vertèbres dorsales.
8. Id.; humérus.
9. Id.; dents.
10. Mastodonte fossile; défense.
11. Ours fossile; partie dense de l'os.
12. Id.; partie spongieuse.
13. Tatou fossile; écailles.
14. Anoplothérium fossile; vertèbres caudales.
15. Tortue fossile; vertèbres.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Cendres.	80,4	80,6	81,2	83,4	83,1	75,5	69,5	73,0
Phosphate de chaux . .	71,1	71,5	63,3	59,0	66,8	72,0	25,7	32,4
Phosphate de magnésie.	1,5	1,7	1,2	—	—	1,3	0,4	0,4
Carbonate de chaux. . .	11,8	11,3	5,2	41,3	27,5	4,7	57,5	64,0
Matières siliceuses et fluorure de calcium. .	—	—	17,2	2,6	1,4	—	8,5	6,2
Matière organique. . . .	10,3	11,0	8,0	traces	traces	20,0	—	—

	9	10	11	12	13	14	15
Cendres.	90,4	90,4	83,9	76,7	80,7	81,0	87,0
Phosphate de chaux	65,2	56,5	59,7	23,1	55,0	53,1	61,1
Phosphate de magnésie. . . .	0,7	0,7	0,4	1,2	0,4	0,4	0,7
Carbonate de chaux.	13,8	13,1	23,6	67,5	23,8	20,4	10,6
Matières siliceuses et fluorure de calcium.	14,5	21,3	9,8	14,0	12,4	19,4	18,6
Matière organique.	—	—	—	—	—	—	—

Observations. — La composition actuelle des ossements fossiles résulte à la fois de leur composition initiale, à l'époque où vivaient les animaux dont ils marquent la trace, et des altérations qu'ils ont pu subir durant la longue série de siècles, pendant lesquels ils ont été soumis aux diverses influences de l'atmosphère, du sol et des eaux.

En comparant les résultats des analyses faites sur les os des divers animaux modernes, résultats qui ne présentent entre eux que de faibles écarts, on est autorisé à croire qu'il en a été de même autrefois et que la composition initiale des os devait être assez uniforme.

Les influences, qui se sont exercées sur les os, depuis

qu'ils sont enfouis dans les couches sédimentaires, ont produit des modifications plus ou moins importantes et assez variées.

La proportion de matière organique a presque toujours beaucoup diminué : de 35 à 40, qui devait être, en général, alors comme aujourd'hui, la teneur primitive, elle est descendue souvent au-dessous de 12 et parfois à 6 p. 100 seulement. Les différences tiennent à la fois à la perméabilité du terrain pour l'air et pour les eaux d'infiltration et au degré de compacité ou de porosité des différents os ou des différentes parties d'un même os.

Je n'ai pas à examiner ici les modifications subies par la matière organique; je me bornerai à rappeler que cette question a fait l'objet d'une intéressante étude de M. Scheurer-Kestner (*).

Quant à la partie minérale des os, elle diffère quelquefois assez peu, mais d'autres fois beaucoup, de sa composition initiale.

La proportion de carbonate de chaux a généralement augmenté, mais dans une mesure extrêmement variable.

La teneur en phosphate de chaux a souvent diminué soit par suite de dissolution et d'entraînement par les eaux, soit par suite de formation d'une certaine quantité de phosphate de fer.

La magnésie se retrouve dans des proportions presque identiques à ce qu'elle devait être dans les animaux vivants.

Les os ont presque toujours fixé une quantité notable de fer soit à l'état d'hydrate de peroxyde, qui les colore en brun rougeâtre, soit à l'état de phosphate de peroxyde, rarement à l'état de phosphate ferreux.

Les actions réductives ont quelquefois déterminé le

(*) *Bulletin de la Société chimique*, 1870, t. I, p. 199, et t. II, p. 11.

dépôt de sulfure de fer, sous forme de pyrite, inattaquable par l'acide chlorhydrique. C'est ce qui a eu lieu notamment dans la vertèbre d'ichthyosaure, provenant des argiles kimmeridgiennes du Havre.

D'autres fois, on trouve dans les os une certaine quantité de sulfate de chaux. La calcination avec les matières organiques peut alors donner naissance à du sulfure.

Les os renferment souvent une petite quantité d'argile ou de silice à l'état de quartz; il arrive aussi parfois, mais assez rarement, que des os soient presque entièrement transformés en quartz cristallin ou cristallisé. Nous en avons trouvé un exemple dans l'échantillon provenant du trias de Bayreuth.

Le chlore est presque toujours en proportion très faible dans les os fossiles, aussi bien que dans les os modernes, surtout si l'on a soin d'éliminer par lavage les chlorures solubles et de ne laisser que le chlorure de calcium combiné au phosphate de chaux.

Le fluor se trouve toujours en quantité plus grande et souvent assez importante, correspondant à plusieurs centièmes de fluorure de calcium. Ce sel forme avec le phosphate de chaux un composé à peu près insoluble, comparable à l'apatite; mais la proportion de fluor n'est pas constante; elle semble augmenter dans une certaine mesure avec l'ancienneté de l'os, en sorte que l'on pourrait, jusqu'à un certain point, trouver dans la proportion relative de l'acide phosphorique et du fluor un indice du degré de fossilisation.

Il m'a paru fort intéressant d'examiner de près cette question, en faisant l'analyse d'un grand nombre d'os appartenant aux différents âges géologiques.

Le fluor et l'acide phosphorique ont été dosés avec exactitude; prenant pour terme de comparaison l'apatite, j'ai indiqué le rapport de la quantité de fluor trouvé dans

l'os à celle que renfermerait l'apatite pour une égale quantité de phosphore (*). Je me suis borné pour les autres éléments à un examen qualitatif soigné.

Je présenterai cette série d'analyses d'ossements dans l'ordre chronologique des formations auxquelles ils appartiennent, en commençant par les terrains les plus récents et descendant peu à peu jusqu'aux plus anciens.

TERRAIN QUATERNAIRE.

I. *Renne*. Côte provenant de Montreuil (Seine), échantillon de teinte orangée, passant au vert bleuâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, peu de chlore, pas de silice. (Muséum.)

II. *Renne*. Corne de même provenance, jaune orangé, devenant rougeâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, peu de chlore et de silice. (Muséum.)

III. *Elephas primigenius*. Dent provenant du diluvium gris de Grenelle (Seine). Échantillon blanc légèrement jaunâtre. Abondance de carbonate de chaux. (Muséum.)

IV. *Bœuf*. Vertèbre provenant de Cindré (Allier). Échantillon blanc jaunâtre, devenant bleuâtre par calcination. (Muséum.)

V. *Glyptodon*. Côte provenant des pampas de Buenos-Ayres (République argentine). Échantillon de densité moyenne, jaune orangé avant et après calcination. Grain de carbonate de chaux, chlore en quantité normale, un peu de silice. (Muséum.)

VI. *Glyptodon*. Carapace de même provenance et présentant les mêmes caractères que le précédent échantillon. (Muséum.)

VII. *Mylodon*. Os dermiques d'édenté de même provenance. Petits ossements ovoïdes, d'un gris jaunâtre, devenant vert grisâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, traces de chlore, pas de silice. (Muséum.)

VIII. *Rhinocéros*. Dents provenant de la grotte de Grimaldi (Italie). Ces dents sont en bon état de conservation. La dentine (*a*) se sépare facilement de l'émail, elle est fragile, d'un blanc légèrement jaunâtre. Gain de carbonate de chaux. L'ivoire (*b*) est entièrement blanc, a conservé sa compacité et sa dureté; ne semble pas avoir été modifié dans sa texture et sa composition primitive; nous ne le ferons pas entrer dans le calcul de la moyenne. (Collection de M. Rivière.)

IX. *Lamantin*. Os provenant des tourbières de Scanie (Suède). Échantillon léger, très poreux, d'un noir brunâtre, passant au brun foncé par calcination. (École des mines.)

X. *Homme*. Os du bassin, provenant de l'Abri-sous-Roche de Cros-Magnon (Dordogne). Échantillon léger, poreux, coloré en rougeâtre, devient blanc gri-

(*) Le calcul du fluor de l'apatite se fait très aisément en multipliant le poids de l'acide phosphorique par le coefficient 0,0892 qui exprime le rapport normal $\frac{Fl}{3\,PhO^5}$.

sâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, traces de chlore, pas de silice. (Muséum, donné par M. Hamy.)

	I.	II.	III.	IV.
Matières organiques	16,40	19,60	—	17,9
Cendres : Oxyde de fer	1,45	4,35	—	0,71
Acide phosphorique	36,95	37,35	30,60	37,19
Fluor	1,07	0,78	1,16	0,83
Fluor de l'apatite	3,30	3,33	2,73	2,32
Rapport	0,32	0,23	0,42	0,25

	V.	VI.	VII.
Matières organiques	22,60	14,90	13,14
Cendres : Oxyde de fer	—	—	0,95
Acide phosphorique	27,38	28,41	36,32
Fluor	1,77	1,55	1,43
Fluor de l'apatite	2,44	2,53	3,24
Rapport	0,73	0,61	0,44

	VIII (a)	VIII (b)	IX.	X.
Matières organiques	10,72	5,32	33,40	27,50
Cendres : Oxyde de fer	0,40	—	5,10	1,80
Acide phosphorique	36,95	40,34	35,77	34,48
Fluor	1,32	0,50	0,44	0,52
Fluor de l'apatite	3,30	3,60	3,19	3,08
Rapport	0,40	0,14	0,14	0,17

En groupant les résultats des dosages d'acide phosphorique et de fluor, on trouve pour la moyenne des dix échantillons quaternaires.

Acide phosphorique	34,14	
Fluor	1,09	Rapport = 0,36.
Fluor calculé pour l'apatite	3,04	

TERRAIN PLIOCÈNE.

I. *Halitherium*. Ossement détaché du cailloutis pliocène de Gourbesville (Manche) (*). Échantillon assez dense, de couleur noirâtre, devenant gris par calcination. (École des mines.)

II. *Elephas meridionalis* de Durfort (Gard). Échantillon d'un gris rougeâtre, devenant bleu verdâtre par calcination. Léger gain de carbonate de chaux, peu de chlore, un peu de sable. (Muséum.)

Elephas meridionalis. Défense provenant de Saint-Prest (Eure-et-Loir) (étage falunien). (Muséum.)

	I.	II.	III.
Matières organiques	11,82	16,30	»
Cendres : Oxyde de fer	»	»	»
Acide phosphorique	30,40	36,84	38,40
Fluor	2,51	0,88	2,11
Fluor de l'apatite	2,71	3,29	3,42
Rapport	0,93	0,27	0,62

(*) De Lapparent, *Bulletin de la Société géologique* du 2 mars 1891, p. 365.

Moyenne des trois échantillons pliocènes :

Acide phosphorique	35,21	
Fluor	1,83	Rapport = 0,58
Fluor calculé pour l'apatite	3,14	

TERRAIN MIOCÈNE.

I. *Dinotherium*. Défense provenant des sables de l'Orléanais (étage langhien). Échantillon dense, d'un gris sale, devenant vert bleuâtre foncé par calcination. Gain de carbonate de chaux, pas de chlore, pas de sulfate. (Muséum.)

II. *Mastodonte*. Défense provenant du gisement de Sansan (Gers) (étage langhien). Échantillon à cassure blanche veinée de brun, devenant bleuâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, pas de chlore, pas de silice. (Muséum.)

III. *Mastodonte*. Défense très compacte, de couleur gris marron, devenant grise avec légère teinte bleue après calcination. (École des mines.)

IV. *Rhinoceros brachypus*. Tibia provenant du calcaire de Simorre (étage langhien). Échantillon de couleur orangée, passant au brun rougeâtre par calcination. Gain de carbonate de chaux, chlore en quantité normale, un peu de silice. (Muséum.)

V. *Gazelle*. Corne provenant du gisement tortonien du Mont-Léberon (Vaucluse). Échantillon d'un blanc jaunâtre, devenant bleuâtre par calcination. Beaucoup de carbonate de chaux, traces de chlore, pas de silice. (Muséum.)

VI. *Hipparion*. Radius de même provenance que la corne de gazelle. Échantillon blanc jaunâtre, ne changeant pas par calcination. Léger gain de carbonate de chaux, traces de chlore. (Muséum.)

VII. *Hipparion* provenant de Pikermi (Grèce). Echantillon de couleur blanc jaunâtre, persistant après la calcination. Carbonate de chaux assez abondant. (Muséum.)

	I.	II.	III.	IV.
Matières organiques	6,80	7,50	»	9,65
Cendres : Oxyde de fer	1,50	0,85	0,75	»
Acide phosphorique	38,07	36,40	39,80	34,73
Fluor	2,66	2,59	2,36	2,80
Fluor de l'apatite	3,40	3,25	3,55	3,10
Rapport	0,78	0,80	0,66	0,90

	V.	VI.	VII.
Matières organiques	6,70	7,54	8,54
Cendres : Oxyde de fer	1,93	0,96	0,90
Acide phosphorique	15,54	37,90	34,26
Fluor	0,78	0,90	0,93
Fluor de l'apatite	1,38	3,38	3,06
Rapport	0,57	0,27	0,31

Moyenne des sept échantillons miocènes :

Acide phosphorique	33,81	
Fluor	1,86	Rapport = 0,61
Fluor calculé pour l'apatite	3,02	

TERRAIN OLIGOCÈNE.

I. *Halitherium Schinzi* provenant des sables tongriens d'Étrechy (Seine-et-Oise) Échantillons dense, jaune orange, devenant brun rougeâtre par calcination. Carbonate de chaux et chlore en quantité normale, un peu de silice. (Muséum.)

II. *Halitherium Schinzi* du tongrien d'Etang-la-Ville (Seine-et-Oise). Échantillon dense, cassure brillante de couleur marron foncé, donnant une poudre grise, qui reste grise après calcination. Carbonate de chaux en quantité normale, traces de chlore, un peu de silice. (Muséum.)

III. *Ruminant*. Os provenant des dépôts d'Auvergne. Échantillon blanc grisâtre, de densité moyenne, prenant par calcination une légère teinte bleue. Carbonate de chaux et chlore en quantité normale, pas de silice. (Muséum.)

IV. *Rhinocéros*. Os provenant des gisements de phosphorites du Quercy. Il présente une zone extérieure dure et compacte, avec parties violettes et blanches, et une zone intérieure très poreuse, rouge, avec cristaux blancs de carbonate de chaux. La zone extérieure seule a été analysée. La poudre est grise; elle prend une teinte bleuâtre par calcination. Carbonate de chaux assez abondant, traces de chlore, pas de silice. (École des mines.)

	I.	II.	III.	IV.
Matières organiques	9,30	8,31	7,83	5,90
Cendres : Oxyde de fer	4,60	2,20	»	1,80
Acide phosphorique	36,65	36,70	38,80	35,08
Fluor	1,86	3,26	2,46	0,62
Fluor de l'apatite	3,27	3,27	3,46	3,12
Rapport	0,57	1,00	0,71	0,20

Moyenne des quatre échantillons de l'oligocène :

Acide phosphorique	38,81	
Fluor	2,05	Rapport = 0,59
Fluor calculé pour l'apatite	3,46	

TERRAIN ÉOCÈNE.

I. *Paloplotherium codiciense*. Os du bassin provenant du calcaire grossier de Jumencourt (Aisne). Échantillon assez léger, brunâtre, facile à pulvériser, passant par calcination au gris jaunâtre avec légère teinte verte. Carbonate de chaux assez abondant, un peu de silice, peu de chlore. (Muséum.)

II. *Crocodile* de l'éocène inférieur. Os de la tête. Échantillon assez dense, brun noirâtre, tournant au brun rougeâtre par calcination. Quantités notables de pyrite de fer, de carbonate et de sulfate de chaux, traces de chlore. (Muséum.)

III. *Anoplotherium commune*. Os métacarpien, provenant de la Debruge, près Apt (Vaucluse). Échantillon assez dense, à cassure mate d'un brun noirâtre parsemée de cristaux blancs et brillants de carbonate de chaux, se réduit facilement en poudre d'un gris marron, que la calcination fait passer au blanc grisâtre. (Muséum.)

IV. *Palæotherium magnum*. Cubitus provenant du gypse de la Villette (Paris). Échantillon poreux, de couleur orangée dans la cassure, s'aplatissant sous le choc. Après calcination, la poudre est d'un blanc verdâtre. Gain de carbonate de chaux, un peu de sulfate, traces de chlore. (Muséum.)

V. *Tortue*. Carapace provenant du gypse parisien (sous-étage ligurien). Fragment léger, poreux, d'un jaune orange, devient blanc par calcination. Gain de carbonate de chaux, quantité notable de sulfate, traces de chlore, pas de silice. (Muséum.)

	I.	II.	III.	IV.	V.
Matières organiques	13,06	10,30	11,72	8,67	7,80
Cendres : Oxyde de fer	0,70	6,50	0,66	0,80	0,90
Acide phosphorique	31,10	30,03	29,09	33,70	27,26
Fluor	2,45	1,40	1,98	2,05	1,64
Fluor de l'apatite	2,77	2,68	2,59	3,01	2,43
Rapport	0,88	0,52	0,76	0,68	0,67

Moyenne des cinq échantillons de l'éocène :

Acide phosphorique	30,39	
Fluor	1,90	Rapport = 0,70
Fluor calculé pour l'apatite	2.71	

TERRAIN CRÉTACÉ.

I. *Mosasaurus Camperi*. Vertèbre provenant de la craie de Maëstricht (Belgique). Échantillons poreux, d'un brun grisâtre, devenant un peu verdâtre après calcination. Carbonate de chaux en quantité assez forte; traces de chlore; pas de silice. (Muséum.)

II. *Grande tortue* de la craie de Maëstricht. Mêmes caractères que le précédent, couleur un peu plus rougeâtre. (Muséum.)

III. *Reptile dinosaurien* du crétacé supérieur de l'Ariège. Échantillon blanc, assez dense, devenant verdâtre par calcination. Carbonate de chaux en quantité un peu forte; traces de chlore; pas de silice. (Muséum.)

IV. *Iguanodon* du wealdien de Bernissart (Belgique). Échantillon noirâtre, assez dense fragile; donne une poudre d'un gris foncé tirant un peu sur le jaune, devenant gris clair avec légère teinte verte par calcination. Carbonate de chaux en proportion un peu grande; sulfate de chaux en quantité notable; pas de pyrite; un peu de silice; traces de chlore. (École des mines.)

V. *Reptile dinosaurien*. Côte provenant de l'étage wealdien de Filgate (sud de l'Angleterre). Échantillon poreux, d'un gris brunâtre, devenant gris marron par calcination. Carbonate de chaux en quantité à peu près normale; traces de chlore; pas de silice. (Muséum.)

VI. *Reptile dinosaurien* du wealdien de Lewes (Angleterre). Échantillon rouge marron, devenant gris sale avec une légère teinte bleue par calcination. Carbonate de chaux en quantité à peu près normale; un peu de silice; traces de chlore; absence de sulfate de chaux et de pyrite. (Muséum.)

	I.	II.	III.
Matières organiques	10,18	8,69	7,53
Cendres : Oxyde de fer	2,50	4,10	0,47
Acide phosphorique	32,73	36,10	32,70
Fluor	3,06	3,33	2,85
Fluor de l'apatite	2,92	3,22	2,92
Rapport	1,05	1,03	0,98

	IV.	V.	VI.
Matières organiques.	6,47	8,80	9,20
Cendres : Oxyde de fer.	2,37	3,30	3,18
Acide phosphorique. . . .	32,17	38,65	36,32
Fluor	2,62	2,76	2,59
Fluor de l'apatite	2,87	3,45	3,18
Rapport.	0,91	0,80	0,80

Moyenne des six échantillons crétacés :

Acide phosphorique.	34,92	
Fluor	2,87	Rapport = 0,92
Fluor calculé pour l'apatite	3,11	

TERRAIN JURASSIQUE.

A. Oolithe.

I. *Ichthyosaurus*. Vertèbre provenant des argiles kimmeridgiennes du Havre. Échantillon dense, noir, à cassure mate, contenant beaucoup de carbonate de chaux cristallisé, un peu de sulfate de chaux, beaucoup de pyrite de fer, un peu de silice et d'argile. (Muséum.)

II. *Teleosaurus cadomensis*. Écusson osseux provenant de la grande oolithe (bathonien) de Caen (Calvados). Échantillon dense, d'un gris brunâtre, présentant, d'un côté, des sortes d'alvéoles et, de l'autre, une surface rayonnée fibreuse ; passe en jaune grisâtre par calcination. Carbonate de chaux et sulfate de chaux en quantité notable ; un peu d'argile ; traces de chlore. (Muséum.)

III. *Pholidophorus*, du calcaire lithographique de Cérin (Yonne). Empreintes de poisson, d'un jaune rougeâtre, passant, par calcination, au rose légèrement teinté de jaune et de vert. Carbonate de chaux en quantité notable ; traces de chlore ; pas de silice. (Muséum.)

	I.	II.	III.
Matières organiques	17,25	7,30	11,62
Cendres : Oxyde de fer.	0,68	0,90	1,05
Acide phosphorique. . . .	6,40	34,97	33,94
Fluor..	0,56	2,31	1,89
Fluor de l'apatite	0,57	3,12	3,03
Rapport.	0,98	0,74	0,62

B. Lias.

IV. *Ichthyosaurus Burgundiæ*. Vertèbre provenant du lias supérieur de Sainte-Colombe (Yonne). Échantillon de teinte gris sale, légèrement jaunâtre, restant tel après calcination ; texture lamelleuse due à l'abondance de carbonate de chaux spathique ; traces de chlore ; un peu de pyrite ; absence de silice et de sulfate de chaux. (École des mines.)

V. *Ichthyosaurus*. Vertèbre provenant du lias moyen du Calvados. Échantillon assez dense, de couleur marron piqué de blanc ; parsemé de cristaux de carbonate de chaux ; se brise et se pulvérise aisément ; décrépite au feu et devient jaune orange avec traces de vert. Beaucoup de carbonate de chaux, un peu de silice, d'argile ferrugineuse et de sulfate de chaux ; pas de pyrite ; chlore en quantité normale. (École des mines.)

VI. *Teleosaurus* du lias. Échantillon assez dense, rouge brun, devenant gris jau-

nâtre avec parties bleuâtres par calcination. Beaucoup de carbonate de chaux; un peu de silice et d'argile; absence de sulfate de chaux et de pyrite de fer; chlore normal. (Muséum.)

VII. *Plesiosaurus*. Vertèbre provenant du lias inférieur de Viévry, près Igornay (Saône-et-Loire). Échantillon de couleur orangée, un peu grisâtre, passant au gris noirâtre par calcination. Texture fibreuse, semi-cristalline, par abondance de carbonate de chaux; chlore en quantité supérieure à la moyenne; peu de silice. (Muséum.)

	IV.	V.	VI.	VII.
Matières organiques	6,78	8,85	13,38	15,24
Cendres : Oxyde de fer	2,47	2,30	4,65	2,73
Acide phosphorique	12,93	11,04	10,57	14,79
Fluor	1,38	0,96	0,86	2,19
Fluor de l'apatite	1,15	0,98	0,94	1,31
Rapport	1,20	0,98	0,91	1,67

Moyenne des sept échantillons jurassiques :

Acide phosphorique	17,79	
Fluor	1,44	Rapport = 0,91
Fluor de l'apatite	1,58	

TERRAIN TRIASIQUE.

I. *Simosaurus*. Fémur provenant du muschelkalk de Bayreuth (Bavière). Échantillon jaune orange, devenant jaune verdâtre par calcination. Carbonate de chaux en quantité assez grande, chlore normal, pas de silice. (Muséum.)

II. *Reptile* du muschelkalk de la Moselle. Échantillon gris légèrement brunâtre, devenant gris après calcination. Gain de carbonate de chaux, très peu de magnésie et de chlore, un peu d'argile ferrugineuse. (Muséum.)

	I.	II.
Matières organiques	11,92	16,28
Cendres : Peroxyde de fer	2,41	1,75
Acide phosphorique	19,64	24,23
Fluor	1,40	2,07
Fluor de l'apatite	1,75	2,16
Rapport	0,80	0,96

Moyenne des deux échantillons triasiques :

Acide phosphorique	21,93	
Fluor	1,74	Rapport = 0,89
Fluor calculé pour l'apatite	1,95	

TERRAIN PERMO-CARBONIFÈRE.

I. *Pleuracanthus Frossardi*, poisson cartilagineux, des Thelots, près Autun (Saône-et-Loire). Empreinte noire assez dure sur un schiste; les fragments détachés donnent une poudre marron foncé, devenant gris bleuâtre par calcination. Phosphate de fer, peu de carbonate de chaux, un peu de chlorure soluble dans l'eau, abondant résidu insoluble dans les acides. (Muséum.)

II. *Palæoniscus*, poisson ganoïde, de Muse, près Autun. Écailles brillantes, d'un blanc grisâtre, devenant rouge brun par calcination. Beaucoup de fer, quantité notable de chlore, pas de carbonate de chaux, abondant résidu insoluble (Muséum.)

	I.	II.
Matières organiques	34,55	22,27
Cendres : Oxyde de fer	3,18	6,70
Acide phosphorique	22,57	26,20
Fluor	2,26	1,55
Fluor de l'apatite	2,01	2,33
Rapport	1,17	0,67

III. *Actinodon Frossardi*, reptile labyrinthodonte, des Félots, près Autun. Mêmes caractères qu'au n° I. (Muséum.)

IV. *Haptodus Baylei*. Même origine et mêmes caractères. (Muséum).

V. *Archegosaurus*, provenant de Lebach, près Saarbrück. Emprunte noire assez tendre, poudre marron, devenant brun rouge par calcination. Absence de carbonate de chaux et de chlorure, quantité notable de sulfate de chaux, un peu de pyrite. Résidu insoluble assez abondant. (Muséum.)

	III.	IV.	V.
Matières organiques	29,66	42,52	6,07
Cendres : Oxyde de fer	2,08	2,37	6,73
Acide phosphorique	28,35	28,23	28,37
Fluor	3,62	3,15	2,02
Fluor de l'apatite	2,53	2,52	2,53
Rapport	1,43	1,25	0,80

Moyenne des cinq échantillons permiens :

Acide phosphorique	26,74	
Fluor	2,54	Rapport = 1,06
Fluor calculé pour l'apatite	2,38	

TERRAIN DÉVONIEN.

Asterolepis. Plaques osseuses provenant du dévonien de Livonie (Russie). Échantillon dense, noir brunâtre, à surface chagrinée d'un côté, fibreuse de l'autre, devenant gris rougeâtre par calcination. Très peu de carbonate de chaux; quartz en quantité notable; traces de chlore. (Muséum.)

Matières organiques	5,20	
Cendres : Oxyde de fer	3,02	
Acide phosphorique	29,50	
Fluor	2,59	Rapport = 0,98
Fluor de l'apatite	2,63	

TERRAIN SILURIEN.

Débris de poissons, extraits d'une brèche ossifère ferrugineuse, du silurien inférieur, à Canyon-City (Colorado). Cette brèche a été rapportée, en 1891, par M. A. Gaudry, de son voyage aux montagnes Rocheuses. (Muséum.)

Matières organiques	5,67	
Cendres : Peroxyde de fer	7,47	
Acide phosphorique	32,63	
Fluor	2,72	Rapport = 0,91
Fluor de l'apatite	2,90	

Observations générales. — Les ossements d'un même âge présentent de très grandes différences dans leur composition. On peut cependant conclure de la série de nos analyses que, d'une façon générale, la fossilisation est accompagnée d'un accroissement important dans la proportion de *carbonate de chaux*, dans celle d'*oxyde de fer* et dans celle de *fluor*.

Pour les deux premiers de ces éléments, l'augmentation est trop irrégulière, trop soumise aux influences spéciales du gisement, pour que l'on puisse y trouver un caractère certain de l'état véritablement fossile des os. Car on observe fréquemment aussi une teneur élevée en carbonate de chaux et en oxyde de fer dans les os enfouis depuis un temps plus ou moins long, mais dont l'origine doit être sûrement rapportée à la période moderne.

Il en est autrement pour le fluor et, malgré les variations très grandes que l'on remarque dans la teneur des ossements de la même période appartenant à des gisements différents, il semble que l'on puisse saisir une loi générale d'accroissement de la proportion de fluor. Cette loi ressort d'ailleurs plus clairement de la comparaison des *teneurs moyennes par terrain*, que de celle des teneurs individuelles par échantillon.

Pour la rendre plus saisissable, nous allons présenter dans un tableau, en face de la série des terrains géologiques, la moyenne des résultats obtenus pour les ossements de chacun d'entre eux. Nous transcrirons dans une première colonne le rapport, déjà calculé plus haut, de la teneur moyenne en fluor à celle d'une apatite renfermant la même quantité d'acide phosphorique ; dans

une seconde colonne, nous ferons figurer des nombres en quelque sorte équivalents aux premiers, mais qui peuvent être plus commodes pour certains calculs, donnant le rapport moyen du poids de l'acide phosphorique au poids du fluor.

Terrains géologiques.		Rapport de la teneur en fluor des os à celle de l'apatite.		Rapport du poids de l'acide phosphorique des os à celui du fluor.	
Modernes		0,058	0,058	193,1	193,1
Quaternaires		0,36	0,360	31,3	31,30
Tertiaires..	pliocènes	0,58	0,620	19,2	18,15
	miocènes	0,61		18,3	
	oligocènes	0,59		18,9	
	éocènes	0,70		16,0	
Secondaires	crétacés	0,92	0,907	12,2	12,40
	jurassiques	0,91		12,3	
	triasiques	0,89		12,6	
Primaires..	permo-carbonifères	1,06	0,993	10,5	11,30
	dévoniens	0,98		11,4	
	siluriens	0,94		12,0	
Apatite normale		1,00	1,000	11,21	11,21

On voit clairement dans ce tableau (*) qu'il y a accroissement progressif de la teneur en fluor, comparée à la teneur en acide phosphorique, des ossements modernes aux ossements quaternaires, qui en renferment, en moyenne six à sept fois plus, et de ceux-ci aux ossements tertiaires, secondaires et primaires.

(*) Il est bien entendu que l'on ne doit pas attribuer aux chiffres de ce tableau une valeur absolue; les seuls que l'on puisse considérer comme définitifs sont ceux relatifs à l'apatite, d'une part, et aux ossements modernes, de l'autre; pour les os fossiles, la moyenne varierait avec le choix et le nombre des échantillons analysés; mais les analyses ont été faites sur des échantillons pris au hasard, aussi variés que possible, et en outre assez nombreux pour que le sens des variations qu'ils présentent ne laisse pas de doute.

Les ossements tertiaires contiennent, en moyenne, onze fois autant de fluor que les os modernes et l'augmentation paraît se faire presque graduellement d'un terrain à un autre.

Les ossements appartenant à l'ère secondaire arrivent à une teneur en fluor seize fois plus grande et ceux de l'ère primaire à une teneur dix-huit fois plus grande que les os modernes.

Les os des terrains anciens ont presque exactement la teneur de l'apatite cristallisée ; les ossements secondaires n'en sont pas éloignés ; mais l'écart devient sensible pour les os tertiaires et surtout pour les os quaternaires. Le contraste est encore bien plus frappant pour les os modernes ou récents, où le fluor ne se trouve qu'en proportion tout à fait minime.

Causes de la fluoration des os fossiles. — Quelle peut être la cause de cet enrichissement progressif des ossements fossiles en fluor ?

Comment peut-on expliquer que cet enrichissement ait pour limite générale la teneur en fluor de l'apatite, mais que cette limite soit parfois dépassée ?

Je parle d'*enrichissement* en fluor ; car il ne semble pas que l'on puisse admettre un seul instant que les os des anciens vertébrés aient contenu, de leur vivant, la proportion de fluor que nous y constatons aujourd'hui. Lors même que les lois physiologiques ne s'opposeraient pas à une pareille hypothèse, on serait encore conduit à la repousser à cause des différences considérables que l'on observe dans la composition d'os provenant d'espèces semblables soit de la même époque, soit d'époques différentes. Il me paraît tout à fait inutile d'insister sur ce point, qui ne peut donner lieu à controverse.

Quel peut donc avoir été le *véhicule* du fluor ? on ne peut songer qu'aux gaz ou aux liquides, ou, en d'autres

termes, qu'à l'atmosphère ou à l'eau. Mais, comme nous ne connaissons aucun état chimique du fluor, sous lequel il ait pu se répandre, à l'état gazeux, dans l'atmosphère humide et dans les couches sédimentaires, nous sommes obligés de conclure qu'il n'a pu pénétrer dans ces couches que sous la forme de dissolution aqueuse. C'est donc, en définitive, aux infiltrations d'eaux, qui sont venues, par la suite du temps, en contact avec les os fossiles, qu'il faut attribuer leur enrichissement en fluor, aussi bien que leurs autres transformations : fixation d'oxyde de fer, fixation et, plus rarement, disparition de carbonate de chaux, dissolution de phosphate, etc...

Selon toute vraisemblance, les eaux d'infiltration ont apporté des traces de fluorure dissous et ces traces se sont fixées progressivement sur le phosphate de chaux, en vertu d'une sorte d'affinité que l'on a droit de soupçonner, en remarquant que tous les phosphates de chaux cristallisés renferment du fluor (ou du chlore) en quantité constante. Mais on peut demander d'autres preuves.

L'affinité du phosphate de chaux pour le fluorure ou pour le chlorure de calcium, à haute température, a été démontrée par les expériences faites en vue de la synthèse de l'apatite, synthèse que l'on sait avoir été réalisée, d'abord par M. Daubrée (au moyen de la chaux et du chlorure de phosphore), puis par Forchhammer (phosphate de chaux et chlorure de sodium) et par H. Sainte-Claire Deville et Caron (phosphate de chaux et chlorure de calcium).

J'ai cherché à m'assurer par des expériences directes si la même affinité était sensible à froid et par voie humide, et si le phosphate de chaux des os pouvait fixer du fluorure de calcium dans des conditions analogues à celles où ont dû se trouver les ossements fossiles (sauf pour la durée du temps et pour le degré de concentration des liquides).

Expérience n° 1. — Un os de lamantin moderne a été placé en fragments dans 200 centimètres cubes d'une solution de fluorure alcalin au cinquantième, contenant 2 grammes de carbonate d'ammoniaque ; à des intervalles de temps plus ou moins longs, des fragments de cet os ont été retirés, soumis à un lavage très soigné, puis séchés et soumis à l'essai pour fluor.

L'os, dont la teneur en fluor était primitivement de 0,31 p. 100, après avoir séjourné 15 jours dans la solution, était arrivé à la teneur de 1,70 p. 100; après un mois de séjour, il contenait 2,81 p. 100 et, au bout de 5 mois, 4,74 p. 100 La teneur en acide phosphorique avait, au contraire, baissé de 38,93 à 35,06.

Il y avait donc eu formation de fluorure de calcium au détriment du phosphate de chaux et du carbonate de chaux (*) primitifs et il s'était formé un mélange plus fluoré que l'apatite ; car celle-ci n'aurait contenu que 3,13 de fluor, au lieu de 4,74 p. 100.

Expériences 2 et 3. — Deux expériences analogues ont été faites avec des solutions de chlorures, où l'on avait placé des fragments d'os de lamantin, contenant, au début, 0,16 p. 100 de chlore sous forme de composé insoluble. — Après 3 mois de séjour dans une solution au dixième de chlorure de sodium, on y a trouvé 0,16 p. 100 de chlore insoluble. Après 3 mois de séjour dans une solution contenant 1/20e de chlorure de sodium et 1/20e de chlorure de calcium, l'os contenait 0,24 p. 100 de chlore à l'état de composé insoluble.

Il n'y avait donc pas eu fixation de chlore par l'action du chlorure de sodium seul sur le phosphate de chaux,

(*) Il est facile de constater qu'une dissolution étendue de fluorure alcalin en présence de carbonate de chaux, donne naissance à du fluorure de calcium, que l'on peut, après calcination légère, isoler du carbonate de chaux par l'acide acétique faible.

mais bien par l'action du chlorure de calcium; la proportion du chlorophosphate formé était d'ailleurs beaucoup moindre que celle du fluophosphate produit par une solution, même plus étendue, de fluorure alcalin. On peut en conclure que l'affinité du phosphate de chaux est beaucoup plus grande pour le fluorure que pour le chlorure.

Expérience n° 4. — Dans d'autres expériences j'ai tenté d'employer, au lieu d'un fluorure alcalin facilement soluble dans l'eau, du spath fluor en poudre fine ; j'avais ajouté à l'eau distillée un peu de carbonate d'ammoniaque, sel qui doit se former fréquemment auprès des os, par suite de décomposition de la matière organique, et qui peut aider à la dissolution d'une petite quantité de fluorure de calcium.

Les fragments d'os de lamantin étant placés dans un vase découvert avec du sable, 200 centimètres cubes d'eau distillée et 2 grammes de carbonate d'ammoniaque, j'ai constaté que la teneur en fluor avait passé de 0,31 p. 100, au début, à 0,35 au bout d'un mois et à 0,43 au bout de 3 mois; pendant ce temps, on avait eu soin d'agiter fréquemment le liquide et il avait fallu, à plusieurs reprises, remettre de l'eau distillée pour remplacer celle qui s'était évaporée.

Il y avait eu, dans ces conditions, enrichissement notable de l'os en fluorure de calcium, malgré le peu de solubilité du spath fluor employé comme réactif. On est en droit de supposer que l'action continuée pendant un temps beaucoup plus long, aurait pu donner lieu à une fluoration beaucoup plus avancée des os mis en expérience.

Les essais n'ont pas réussi de même dans des vases fermés, où les os se trouvaient en présence de poudre de spath fluor et de carbonate d'ammoniaque (2 gr.) soit avec de l'eau de Seltz seulement, soit avec de l'eau

de Seltz et du sable. Après trois mois on a trouvé dans l'un 0,32 et dans l'autre 0,31 de fluor.

J'ai également essayé l'action d'un couple zinc-cuivre sur le mélange; mais, au bout de 4 mois, les os contenaient encore 0,30 de fluor, c'est-à-dire à très peu près la quantité constatée au début.

Sans insister davantage sur ces essais négatifs, il est permis de tirer des premières expériences quelques inductions utiles sur le phénomène naturel que je cherche à expliquer.

J'ai réalisé, en effet, dans les expériences n° 1 et n° 4, une fixation graduelle de fluorure de calcium sur le phosphate de chaux des os, soit en partant du fluorure de calcium en poudre, dont une faible proportion se dissout dans l'eau contenant du carbonate d'ammoniaque, soit en faisant agir sur les os une petite quantité de fluorure alcalin en dissolution.

Le fluorure alcalin peut agir directement sur le phosphate de chaux, en donnant naissance à du fluorure de calcium et à du phosphate alcalin soluble, d'où résulterait une diminution de la teneur du résidu insoluble en acide phosphorique; ou bien il peut y avoir action du fluorure alcalin sur le carbonate de chaux, qui se trouve mêlé au phosphate dans les os, et formation de fluorure de calcium, comme je l'avais vérifié par une expérience directe.

Dans le cas où la fluoration a lieu sous la seule influence du fluorure de calcium, elle doit avoir pour limite extrême la teneur que l'on observe dans l'apatite, c'est-à-dire environ 1 partie de fluor pour 11 parties d'acide phosphorique.

Mais si des fluorures alcalins interviennent, la fluoration peut aller plus loin et l'os peut arriver à une teneur plus élevée que celle de l'apatite. C'est ce que nous a donné l'expérience n° 1. C'est aussi le fait que nous avons

par Berzélius (traces); de Kissingen et d'Aix-la-Chapelle, par Liebig (traces); d'Orezza, par Poggiale (*).

Clemm et Forchhammer ont reconnu dans les dépôts formés par évaporation de l'eau de mer du phosphate de chaux accompagné de carbonate et de fluorure (**).

On a, d'ailleurs, aussi constaté l'existence de fluorures dans différentes substances végétales et animales (sang, lait, urine, jaune d'œuf) (***). Ils sont, en somme, beaucoup plus répandus dans la nature qu'on ne l'a cru longtemps.

Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que les eaux d'infiltration, qui sont venues au contact des ossements d'animaux, aient pu contenir de petites quantités de fluorures en dissolution et produire, à la longue, une modification sensible dans la composition de ces ossements.

Mais leur fluoration n'a pu s'opérer sans doute qu'avec une extrême lenteur à cause de la très faible proportion des fluorures en dissolution. Le plus ordinairement les traces sont tellement minimes qu'il est fort difficile de les reconnaître par l'analyse. Aussi faut-il un grand nombre de siècles pour que la variation de teneur en fluor devienne appréciable.

Les autres changements dans la nature des ossements fossiles se font souvent beaucoup plus vite et d'une façon beaucoup plus irrégulière. Une augmentation de plusieurs centièmes sur la teneur en oxyde de fer peut se produire dans un intervalle de temps assez court; il en est de même d'une variation notable dans les proportions de phosphate et de carbonate de chaux; quant à la silice,

(*) *Dictionnaire de chimie*, de Würtz, t. II, p. 1206.

(**) Daubrée, *Gisements de chaux phosphatée* (*Annales des mines*, 1868, p. 81).

(***) Nicklès, *Comptes rendus*, 1857, II, p. 331; Tamman, *Zeitschrift f. physiolog. Chemie*, 1888, p. 322.

au sulfate de chaux et à la pyrite de fer, on ne les rencontre que d'une manière tout à fait accidentelle. Ces diverses modifications dans l'état chimique des ossements dépendent essentiellement de la nature des eaux filtrantes et, par conséquent aussi, de celle des terrains qu'elles traversent.

Il en est de même de la proportion des matières organiques, qui diminue avec le temps, mais d'une façon très irrégulière, selon que le terrain est plus ou moins perméable, et qui reste quelquefois encore considérable dans des ossements très anciens.

Les différences sont trop grandes, d'un gisement à un autre, pour que l'on puisse, en général, tirer de la présence ou de la proportion de ces éléments aucune induction sur le temps pendant lequel les os ont séjourné dans la terre.

La fixation du fluor sur le phosphate des os est de même subordonnée dans une certaine mesure aux conditions de gisement; mais les circonstances locales ont probablement une influence beaucoup moindre à cause de la lenteur du phénomène.

Dans tous les cas, la série des analyses qui précèdent montre bien que la teneur en fluor s'accroît avec le temps d'une façon très sensible pendant les dernières périodes géologiques et qu'elle peut fournir, en conséquence, beaucoup mieux que les autres éléments, un indice caractéristique de l'ancienneté des os.

J'ai fait sommairement connaître les résultats de ces recherches sur la variation de la teneur en fluor des ossements fossiles dans une communication présentée à l'Académie des sciences le 25 juillet 1892.

Je terminais par les réflexions suivantes :

« On peut remarquer que, dans les différents terrains primaires et secondaires, les proportions relatives de fluor et d'acide phosphorique sont, en moyenne, presque les mêmes que dans l'apatite cristallisée.

« Dans les terrains tertiaires et quaternaires, il y a décroissance progressive et très marquée de la proportion de fluor.

« Celle-ci reste néanmoins encore beaucoup plus élevée dans les ossements quaternaires que dans ceux de l'ère moderne.

« Peut-être sera-t-il possible de mettre à profit cette dernière observation pour aider à fixer l'âge véritable de certains ossements humains que l'on trouve au voisinage d'ossements d'animaux quaternaires, mais dans des dépôts qui peuvent avoir été remaniés.

« On ne serait d'ailleurs pas fondé à généraliser cette méthode pour la détermination du degré d'ancienneté des ossements humains dans tous les gîtes ; car j'ai maintes fois observé que la différence des gisements peut entraîner des écarts très notables dans le degré de fluoration des os d'un même âge. »

Une occasion n'a pas tardé à se présenter de faire application de cette méthode.

Des ossements humains avaient été découverts, en 1882, dans une sablière de Billancourt (Seine), au voisinage de divers ossements d'animaux appartenant à la faune quaternaire : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus megaceros*, *Tarandus rangifer*, etc.

M. Emile Rivière, en examinant ces ossements, avait remarqué entre leurs caractères physiques des différences assez grandes et avait pensé qu'ils n'étaient pas contemporains. Les os humains lui paraissaient plus récents et il soutenait que le terrain où ils se trouvaient avait dû être remanié. Cette opinion fut combattue par

plusieurs savants au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences tenu à La Rochelle en 1882. Cependant, de nouvelles recherches dans d'autres gisements quaternaires avaient confirmé M. Rivière dans l'opinion qu'il avait soutenue.

A la suite de ma communication, il eut l'obligeance de me remettre deux fragments d'os d'animaux et un tibia humain pour être soumis à l'analyse. Les os d'animaux étaient blancs, friables et assez denses ; le tibia humain, jaune brunâtre, léger et assez mou pour s'aplatir sous le choc. Ils étaient donc vraiment très dissemblables par leurs caractères physiques. Il s'agissait de les comparer par les essais chimiques.

La calcination a permis de constater : sur des fragments d'os longs et de scapulum de cervidé une proportion de matière organique égale à 12,93 et 12,69 p. 100 ; sur le tibia humain, 19,65 p. 100 de matière organique. Le tibia semble donc avoir subi une décomposition moins avancée que les premiers os.

Les cendres des os d'animaux étaient d'un blanc verdâtre ; celles du tibia humain, d'un gris bleuâtre, la coloration, bien plus forte dans le second cas, devait être attribuée au phosphate de fer. Le dosage du peroxyde de fer a donné, en effet : 0,21 et 0,19 pour les os d'animaux ; 3,06 pour le tibia humain. La différence était donc très grande et aurait pu donner sur l'âge relatif de ces os une présomption contraire à celle fournie par la matière organique.

Les proportions de carbonate de chaux différaient peu ; car on trouvait, pour l'acide carbonique : 6,06 et 4,75 dans les os d'animaux ; 6,15 dans le tibia humain.

Enfin le dosage de l'acide phosphorique et celui du fluor ont donné :

	Os longs.	Scapulum.	Tibia humain.
Acide phosphorique.	34,30	35,67	28,72
Fluor.	1,43	1,84	0,17

L'acide phosphorique avait donc diminué plus dans l'os humain que dans les os d'animaux, comme s'il eût été plus ancien. Mais, si l'on prend le rapport de l'acide phosphorique au fluor, on trouve respectivement, dans les trois cas :

23,9	19,4	168,9

Or, j'ai établi (tableau de la page 182) que le rapport du poids de l'acide phosphorique au poids du fluor dans les os modernes était voisin de 193 dans les os modernes, tandis qu'il s'abaissait presque à 31 pour la moyenne des os quaternaires, que j'ai examinés, et à 19 environ pour la moyenne des os de la période pliocène.

Les os d'animaux trouvés dans les sablières de Billancourt présentent donc une teneur relative en fluor intermédiaire entre les moyennes trouvées pour les ossements quaternaires et pour des ossements pliocènes, puisque le rapport déduit des analyses est pour l'un de 23,9, pour l'autre de 19,4.

Pour le tibia humain au contraire, le rapport s'élève à 168,9. Il est donc 8 fois plus grand que dans les os d'animaux et seulement un peu moindre que dans les os modernes (proportion de 5/6).

On doit en conclure que c'est un os d'âge récent sinon moderne et que, s'il a été vraiment trouvé dans les graviers anciens de la Seine, à peu de distance des os d'animaux quaternaires, ce ne peut être que par suite d'un remaniement naturel ou accidentel de ces graviers.

Il est permis de croire que cette méthode nouvelle de contrôle pourra être souvent utile dans l'examen des problèmes relatifs à l'antiquité de l'homme.

Il arrive souvent, en effet, que, dans les fouilles exé-

cutées sur les stations préhistoriques, on rencontre des ossements humains avec des ossements d'animaux soit dans des alluvions anciennes, soit dans des cavernes, des abris sous roches, etc.

Si l'homme et les animaux ont été contemporains, leurs ossements ayant été, dans le même gisement, exposés aux mêmes influences et ayant subi les mêmes transformations, doivent avoir sensiblement la même teneur en acide phosphorique et en fluor.

Mais, si les ossements humains sont d'un âge beaucoup plus récent que ceux des animaux et n'ont été introduits que plus tard dans leur voisinage, on en trouvera la preuve dans l'analyse chimique; car elle montrera des différences très importantes entre les proportions relatives d'acide phosphorique et de fluor des os récents et des os fossiles.

En terminant cette étude, je tiens à dire que ma tâche a été facilitée par la collaboration d'un jeune chimiste, M. Goutal, qui s'est parfaitement assimilé mes procédés d'analyse et notamment de recherche du fluor et qui m'a fort aidé pour l'exécution des très nombreux essais, que renferme ce travail.

PERTES DE CHARGE DANS LES CONDUITES D'EAU

D'APRÈS LA FORMULE DE M. FLAMANT

Par M. Ed. SAUVAGE, Ingénieur des mines, Professeur
à l'École supérieure des mines.

M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Flamant, ayant réuni et discuté un grand nombre d'expériences sur le débit des conduites d'eaux, a établi (*) la formule suivante, qui donne la perte de charge par mètre courant en fonction du diamètre et de la vitesse moyenne :

$$D^5 J^4 = (4a)^4 U^7,$$

où

D est le diamètre de la conduite,
J la perte de charge par mètre courant,
U la vitesse moyenne; ces trois quantités étant exprimées en mètres,
a est un coefficient, qui est de 0,00023 pour la fonte en service; pour la fonte neuve $a = 0,000185$; pour le plomb, le verre, le fer-blanc, a est de 0,000130 à 0,000155.

On peut mettre en évidence, au lieu de la vitesse moyenne, le débit Q, en mètres cubes par seconde : $Q = \frac{\pi D^2}{4} U$:

$$D^{19} J^4 = \left(\frac{4}{\pi}\right)^7 \times (4a)^4 Q^7,$$

ou

$$D J^{\frac{4}{19}} = \left(\frac{4}{\pi}\right)^{\frac{7}{19}} \times (4a)^{\frac{4}{19}} Q^{\frac{7}{19}}.$$

(*) *Annales des ponts et chaussées*, septembre 1892, p. 301.

Il est facile de construire un tableau qui représente graphiquement cette relation. Prenons, sur deux axes de coordonnées, OX et OY :

$$y = D \quad \text{et} \quad x = Q^{\frac{7}{19}}.$$

Notre équation devient :

$$J^{\frac{4}{19}} y = \left(\frac{4}{\pi}\right)^{\frac{7}{19}} \times (4a)^{\frac{4}{19}} x$$

et représente une droite passant par l'origine, pour chaque valeur donnée à J, la valeur du coefficient a étant fixée.

On portera en ordonnées les diverses valeurs du diamètre à une échelle convenable; puis sur l'axe OX on établira une division proportionnelle à $Q^{\frac{7}{19}}$, en inscrivant en regard les valeurs correspondantes de Q; pour tracer le faisceau de droites représentant la série des valeurs de J, il suffit alors de calculer les débits que donnent ces valeurs pour $D = 1$; la formule qui lie D, J et Q devient, pour $D = 1$,

$$Q = \frac{J^{\frac{4}{7}}}{\frac{4}{\pi} \times (4a)^{\frac{4}{7}}}.$$

On détermine ainsi un point de la droite correspondant à chaque valeur de J.

Le tableau donné (Pl. V) est construit de la sorte, pour les diamètres jusqu'à 1 mètre, les débits jusqu'à 2 mètres cubes par seconde, et des pertes de charge par mètre de 0,001 à 100 millimètres; le coefficient a est pris égal à 0,00023 (fonte en service). On lit immédiatement, sur ce tableau, le diamètre qu'il faut choisir pour obtenir un débit donné avec une perte de charge déterminée. Du diamètre et du débit on déduit la vitesse moyenne U; cette détermination se fait si rapidement

avec la règle à calcul que l'emploi à cet effet d'un second tableau graphique, facile à établir, paraît superflu.

Si l'on veut faire servir le tableau pour une autre valeur du coefficient a, on peut poser :

$$\frac{J'^{\frac{4}{7}}}{\frac{4}{\pi} \times (4a')^{\frac{4}{7}}} = \frac{J^{\frac{4}{7}}}{\frac{4}{\pi} \times (4 \times 0{,}00023)^{\frac{4}{7}}} \quad \text{ou} \quad J' = J \times \frac{a'}{0{,}00023}.$$

Il suffit de multiplier les pertes de charge correspondant à chaque droite du tableau par le rapport $\frac{a'}{0{,}00023}$ pour le faire servir avec le nouveau coefficient a'. Enfin il est facile, en mesurant quelques longueurs sur le tableau, de trouver les pertes de charge pour des diamètres supérieurs à 1 mètre.

NOTE

SUR LES

SYSTÈMES DE FERMETURE DES RECETTES

EN USAGE DANS LA RÉGION DE COMMENTRY

Par M. G. FRIEDEL, Ingénieur au Corps des mines.

Depuis de longues années, la Société de Commentry-Fourchambault s'est préoccupée d'installer les recettes de ses puits de telle sorte que la fermeture en fût assurée par une barrière mobile tant que la cage ne serait pas sur les taquets. La généralisation récente de cette mesure (*) pour tous les puits où s'effectuent, avec des cages guidées, l'extraction, le service des remblais ou la circulation du personnel donne un intérêt particulier à la description des appareils adoptés par cette Compagnie pour les mines de Commentry et de Montvicq.

Ces appareils sont de deux types distincts : appareils à portes et appareils à levier.

1° TYPES AVEC PORTES (*fig.* 1, 2, 3, Pl. VI).

Ce mode de fermeture n'est appliqué qu'à des recettes ouvertes d'un seul côté, c'est-à-dire dans lesquelles la sortie et l'entrée des bennes se font par le même côté de la cage. La fermeture est constituée par deux portes à charnières dont les deux pivots ne sont pas sur la même verticale, de manière qu'elles tendent constamment à se refermer par leur propre poids.

(*) Circulaire ministérielle du 2 mai 1892.

Au moment où la cage arrive à la recette, les choses sont disposées comme le montrent les *fig.* 1 et 2. Les taquets sont maintenus relevés par les contrepoids E, et les pièces C, liées à l'arbre des taquets, sont abaissées. Les portes peuvent bien être ouvertes à la main, mais rien ne permet de les maintenir ouvertes. L'encageur abaisse les taquets B en agissant sur le levier A. Cette manœuvre relève en même temps la pièce C. La cage étant posée sur ses supports et tout le système immobile, l'encageur ouvre la porte à fond. Alors le loquet D, placé au bas de cette porte, vient s'accrocher à la tête du levier C et maintient le volet ouvert.

Dès que la cage est relevée, le contrepoids E ramène les taquets dans leur position primitive, le levier C échappe le loquet D et la porte se referme.

2° TYPE AVEC LEVIERS.

La fermeture (*fig.* 4, 5, 6, 7, Pl. VI) est obtenue par un levier L. Dans la position indiquée *fig.* 4 et 5, la recette est fermée. Pour l'ouvrir, on relève le levier qui tourne autour du point fixe K. Au-dessus de ce levier, on a placé un grillage pour compléter la fermeture.

La manœuvre de ce levier se fait d'une manière différente suivant que l'on considère le côté de la recette par où les bennes sortent (recette arrière) ou celui par où elles entrent (recette avant).

Recette arrière (*fig.* 4 et 6 à gauche et *fig.* 5). — Lorsque la cage arrive à la recette, l'encageur abaisse les taquets B en agissant sur le levier A. Ce mouvement soulève la tringle CD et place le levier DN dans sa position horizontale. La cage se pose sur les taquets. Alors le levier DN étant ainsi maintenu levé, le même ouvrier peut soulever à la main la traverse L et la laisser reposer sur l'extrémité D du levier DN. La recette est ouverte.

Lorsque la cage est enlevée, le contrepoids E relève les taquets, ramène la tringle CD dans sa position primitive, le support DN laisse échapper le levier L qui retombe sous l'action de son poids, équilibré seulement en partie par le contrepoids P.

Recette avant (*fig.* 4 et 6 à droite et *fig.* 7). — De ce côté, les bennes qui doivent entrer dans la cage sont disposées contre la recette. L'encageur est en arrière d'elles et ne risque pas d'être atteint par le mouvement du levier. On fait donc relever ce levier automatiquement.

A cet effet, le mouvement qui abat les taquets d'arrêt amène en même temps vers le puits un balancier TF articulé en E à l'extrémité d'une bielle calée sur le même arbre O que les taquets. Dans cet état, on voit que la cage, en se posant sur ses taquets, abaisse l'extrémité T du balancier TF. Ce mouvement soulève la tringle FH et par suite le levier de fermeture L. La recette est ouverte. Lorsque la cage est enlevée, le levier L redevient libre et retombe sous l'action de son poids. Le balancier TF se relève. Il est ensuite retiré en arrière par le relèvement des taquets.

Ces appareils fonctionnent depuis bien des années d'une manière très satisfaisante. Le type à portes est peu employé ; il n'est applicable qu'à des recettes très peu actives. Très satisfaisant comme fermeture une fois la cage partie et la porte rabattue, il présente le grave défaut de risquer, en se refermant, de pousser le receveur dans le puits. De plus, il exige beaucoup de place et ne permet pas d'approcher les bennes pleines à moins de $1^{m},50$ de la recette. Le type à leviers est une fermeture moins parfaite. Un espace libre de $0^{m},90$ de hauteur moyenne reste sous le levier rabattu. Par contre, il est très peu encombrant et ne présente pas le même danger que le type avec portes. Si donc le principal but

à atteindre est d'empêcher la chute des bennes dans le puits, ce système paraît très satisfaisant. Quant à la chute des hommes, si cet appareil ne s'y oppose pas d'une manière absolue, il présente néanmoins à ce point de vue une garantie qui paraît largement suffisante dans la plupart des cas.

La Compagnie de Châtillon-Commentry a proposé récemment pour ses exploitations de Bézenet, de Doyet et des Ferrières un système de fermeture d'une simplicité extrême et qui ne dépend plus du mouvement des taquets (*fig.* 8 et 9, Pl. VI). Le levier EF est analogue à celui de Commentry. Il tourne autour de l'axe X et est partiellement équilibré par le contrepoids P. On ouvre la recette en relevant ce levier et en posant son extrémité sur la pièce R. Cette pièce, ayant la forme d'une demi-ellipse, tourne librement autour d'un axe passant par son centre et fixé au montant de la recette. Lorsqu'on relève le levier, elle tourne de manière à le laisser passer, le petit axe de l'ellipse étant calculé en conséquence, puis reprend la position horizontale. Si la cage n'est pas sur les taquets, le balancier R ne peut supporter le poids du levier quand l'encageur le laisse retomber. Mais si la cage est sur les taquets un arrêt *i* qu'elle porte empêche la pièce R d'osciller et le levier est ainsi maintenu levé. Quand la cage repart, le levier tombe.

Cet appareil est sans doute le plus simple qui ait encore été proposé. Bien qu'il n'ait pas reçu encore la sanction de l'expérience, il paraît devoir avec plus de simplicité encore rendre les mêmes services que celui de Commentry.

RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DU QUATRIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

(1892)

Par M. WORMS DE ROMILLY, Ingénieur en chef des mines.

Le quatrième Congrès international des chemins de fer s'est réuni à Saint-Pétersbourg et a tenu ses séances du 20 au 31 août 1892.

Il a compté environ quatre cents membres qui se répartissent comme il suit, d'après leur nationalité :

	NOMBRE d'administrations représentées.	NOMBRE de délégués.
Autriche-Hongrie	5	13
Belgique	16	26
Chine	1	2
État indépendant du Congo	1	1
Danemark	1	2
Égypte	1	2
Espagne	3	9
France et colonies	18	68
Grande-Bretagne et colonies	6	6
Grèce	1	1
Italie	21	44
A reporter	74	174

Report	74	174
Japon	1	1
Grand-duché de Luxembourg	1	1
Mexique	1	1
Pays-Bas et colonies	2	4
Perse	1	1
Portugal et colonies	1	3
Roumanie	1	4
Russie	51	188
Serbie	1	1
Suisse	3	3
Tunisie	1	
Turquie	1	3
Vénézuéla	1	1
Totaux	140	386

La séance d'inauguration a eu lieu le 20 septembre, dans la salle de la Noblesse, sous la présidence de M. le Conseiller d'État actuel de Witte, Ministre des voies et communications.

Après avoir souhaité la bienvenue aux membres du congrès, M. le Ministre a rappelé la construction de la première voie ferrée en Russie, vers 1835, et a saisi cette occasion pour donner un souvenir aux ingénieurs français qui ont été les pionniers de la science technique dans l'Empire russe.

M. Belpaire, président de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, a rendu hommage à l'importance des travaux préparés par les rapporteurs et dont quelques-uns constituent de savantes monographies. Il a montré l'influence bienfaisante des réunions périodiques dans lesquelles les personnalités éminentes du monde des chemins de fer appartenant aux différents pays viennent échanger leurs idées. Après avoir rappelé les œuvres grandioses entreprises par la Russie pour établir des communications à travers d'immenses régions, malgré tous les obstacles, il a proposé d'acclamer le Czar,

qui assigne aux chemins de fer dans son empire ce rôle civilisateur, et qui fait naître les énergies et les dévouements indispensables pour la réalisation de telles entreprises.

M. Picard, président des délégations du gouvernement français, a pris ensuite la parole. Il s'est associé aux sentiments exprimés par M. Belpaire; il a ajouté qu'en sa qualité d'ancien président de la session du Congrès de 1889, il croyait devoir remercier de nouveau les administrateurs et les ingénieurs de chemins de fer qui, à cette époque, avaient répondu à l'appel de la France; il a exprimé le vœu de les voir aussi nombreux, plus nombreux même, lors de l'exposition universelle internationale de 1900, par laquelle on compte célébrer en France l'aurore du siècle nouveau. Il a ensuite montré le développement considérable pris dans l'Empire russe par la construction des chemins de fer, les œuvres difficiles accomplies par les ingénieurs russes, qui n'ont plus rien à apprendre et dont on vient admirer les travaux grandioses, aussi remarquables par leurs résultats utilitaires que par les difficultés vaincues.

Sur la proposition de M. Belpaire, M. le lieutenant-général de Pétrow a été nommé par acclamation président de la quatrième session.

En prenant possession du fauteuil, M. le général de Pétrow a exprimé ses remerciements aux membres du Congrès, et après avoir donné un souvenir ému à la mémoire de M. Fassiaux, il a indiqué à larges traits les caractères si divers de l'industrie des chemins de fer en Russie. Tantôt la voie traverse d'immenses marais, tantôt elle passe dans des déserts sablonneux; on a à lutter contre des neiges mouvantes chassées par les vents dans des plaines sans fin. Les combustibles brûlés dans les foyers des locomotives sont, suivant les provinces de l'Empire :

du bois, de la tourbe, du lignite, de la houille ou de l'anthracite. Certaines lignes ont un trafic énorme, d'autres ont un trafic insignifiant. M. de Pétrow a signalé comme caractéristique des transports en Russie l'étendue des parcours moyens : 107 kilomètres pour les voyageurs, 220 kilomètres pour les marchandises, et déclaré avec une légitime fierté que le nombre moyen d'unités transportées par kilomètre était de 181.000 pour les voyageurs et de 584.000 tonnes pour les marchandises. Il a mentionné la suprématie donnée depuis peu au contrôle de l'État dans les questions de tarifs et de répartition du trafic entre les lignes concurrentes. Enfin, tout en exprimant le regret d'avoir à constater l'absence d'une partie des membres du Congrès, M. de Pétrow a cru pouvoir affirmer que grâce aux mesures énergiques prises par le gouvernement, on n'avait pas à craindre de voir l'épidémie de choléra prendre des proportions menaçantes, de sorte que le Congrès pouvait se livrer à ses travaux en toute sécurité et prouver par l'importance des résultats obtenus qu'il était le digne continuateur des congrès précédents.

Après ce discours, on a procédé à la nomination du bureau, qui a été constitué comme il suit :

Président :

M. Nicolas de Pétrow, lieutenant-général du génie, président du Conseil des ingénieurs russes, membre de la Commission internationale du Congrès.

Vice-Présidents :

Autriche : M. de Leber, inspecteur au Corps impérial et royal du contrôle des chemins de fer de l'Autriche.

Hongrie : M. Ludvigh, directeur-président des chemins de fer de l'État hongrois.

Belgique : M. Belpaire, administrateur des chemins de fer de l'État belge.

Brésil : M. Pedro Betim, chef de la Commission du ministère des travaux publics du Brésil en Europe.

Chine : Lo-Tsenn- Loh, secrétaire de la légation de Chine à Saint-Pétersbourg.

Danemark : M. Tegner, directeur général des chemins de fer de l'État danois.

Égypte : S. Exc. Halton-Pacha, président du Conseil d'administration des chemins de fer de l'État.

Espagne : M. de Harreta y Ferrer, ingénieur en chef de 1re classe des chemins, ponts et canaux.

États-Unis : M. Wurtz (Georges), chargé d'affaires de la légation des États-Unis à Saint-Pétersbourg.

France : M. Alfred Picard, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce, de l'industrie et des postes et télégraphes au Conseil d'Etat de France, inspecteur général des ponts et chaussées, président du Comité consultatif des chemins de fer.

Grande-Bretagne et Colonies :

Grande-Bretagne : M. le général Hutchinson (Charles Scrope).

Indes : M. Brereton, directeur du North West State Railway of India.

Tasmanie : Sir Braddon, agent général à Londres.

Grèce : M. Gotteland, directeur du contrôle des chemins de fer.

Italie : M. le commandeur professeur Brioschi, sénateur du royaume d'Italie.

Japon : M. Omaï-Taizo, secrétaire de la légation impériale à Saint-Pétersbourg.

Mexique : M. Salazar (Luis), ingénieur civil.

Pays-Bas : M. Schippers, ingénieur en chef des chemins de fer de l'État aux Indes néerlandaises.

Perse : Mirza Isaac Khan, chargé d'affaires.

Portugal : M. Mendes Guerreiro, ingénieur de 1re classe aux chemins de fer de l'État portugais.

Roumanie : M. Duca, directeur général des chemins de fer de l'État.

Suède : M. le comte Cronstedt, directeur général des chemins de fer de l'État suédois.

Secrétaire général :

M. Auguste de Laveleye, ingénieur, secrétaire général de la Commission internationale du Congrès.

Secrétaire :

M. Louis Weissenbruch, ingénieur au ministère des chemins de fer de Belgique, secrétaire de la Commission internationale du Congrès.

Trésorier :

M. Holemans, chef de division au ministère des chemins de fer de Belgique, trésorier de la Commission internationale du Congrès.

Le bureau ayant été constitué, la séance générale a été levée et les membres du Congrès se sont divisés en cinq sections qui ont élu leurs présidents et leurs secrétaires, dont nous reproduisons la liste :

1re Section.

Président :

M. Hohenegger, ingénieur, directeur des travaux, membre de la direction du chemin de fer Nord-Ouest autrichien.

Secrétaire principal :

M. Béleloubsky, ingénieur, conseil d'État actuel, professeur à l'institut impérial des ingénieurs des voies de communication de Russie.

Secrétaire :

M. Rossignol, ingénieur de la voie du chemin de fer du Nord français.

2e Section.

Président :

M. Antochine, ingénieur en chef du service du matériel et de la traction de la ligne de Libau-Romny des chemins de fer de l'État russe.

Secrétaire principal :

M. Hubert, ingénieur en chef, directeur d'Administration des chemins de fer de l'État belge.

Secrétaires :

M. Hodeige, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge.

M. de Timonoff, conseiller de cour, ingénieur des voies de communication, professeur adjoint à l'Institut impérial des voies de communication.

3e Section.

Président :

M. Barabant, directeur des chemins de fer de l'Est français.

Secrétaire principal :

M. de Aramburu y Pelayo, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chef de l'exploitation des chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France.

Secrétaire :

M. Picard, chef de l'exploitation des chemins de fer de l'Est français.

4e Section.

Président :

M. Saloff, conseiller privé, membre du conseil des ingénieurs de Russie.

Secrétaire principal :

M. Amiot, ingénieur en chef, adjoint à la direction des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

5e Section.

Président :

M. le commandeur Billia, ingénieur, directeur-général des chemins de fer de la Sicile.

En l'absence de M. le commandeur Billia, M. le commandeur Brioschi a bien voulu remplir les fonctions de président.

Secrétaire principal :

M. Lebrun, secrétaire général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux.

Rappelons, en quelques mots, les fêtes qui ont été données aux membres du Congrès.

Le 20 août, il y a eu dans la soirée réception chez M. le Ministre des voies et communications.

Le 21, deux bateaux à vapeur frétés par les adminis-

trations des chemins de fer russes ont été mis à la disposition des congressistes pour une excursion dans la rade de Cronstadt. Le soir il y a eu, à la salle Alexandre de l'Hôtel de ville, une brillante réception dont les honneurs étaient faits par M. Procofieff, faisant fonctions de maire de Saint-Pétersbourg. Des toast ont été portés par ce haut fonctionnaire, par M. W.-A. Ratkow Rojnow, président des hospices de la ville, par sir Andrew Fairnbairn et par M. le sénateur Brioschi.

Le 24, un banquet a été donné à Pavloswk aux membres du Congrès par les administrations des chemins de fer russes. Après un toast à l'Empereur porté par M. le Ministre des voies et communications, des discours ont été prononcés : par M. de Guerngross, vice-président du conseil d'administration de la grande société des chemins de fer russes ; par M. A. Picard, président de la délégation française; par M. Olin, administrateur des chemins de fer du Congo; par M. Soustchoff; par M. de Strouve, administrateur des chemins de fer de Lozovo - Sébastopol. Dans son toast M. le général de Pétrow a pu constater, aux applaudissements de l'assemblée, les progrès considérables faits par les ingénieurs russes dans la construction des chemins de fer où leurs maîtres d'hier sont devenus leurs camarades et leurs collaborateurs. M. Noblemaire, directeur des chemins de fer P.-L.-M., a remercié, en russe, les hôtes du Congrès.

Le 26 août, une excursion en bateau a été offerte aux congressistes par les administrations des chemins de fer russes et la soirée s'est terminée par une représentation de gala à Arcadia.

Le 27, les membres du Congrès ont été admis à visiter le parc de Peterhof, où un thé leur a été offert au pavillon Monplaisir de la part de la Cour impériale.

Le 28, banquet au palais d'hiver.

Le 30, les membres du Congrès se sont rendus à

Wiborg et à Imatra ; un banquet leur a été offert par les autorités finlandaises.

Le 31 août, a eu lieu la séance de clôture du Congrès, sous la présidence de M. le général de Pétrow.

L'assemblée a décidé que la prochaine session se tiendrait à Londres en 1895.

Après la lecture du rapport de M. Holemans sur la situation financière du Congrès, on a nommé deux membres, MM. de Perl (Russie) et Carlier (France), pour faire la vérification des comptes.

Sur la proposition de M. le président, les articles 4, 5 et 7 des statuts ont été modifiés.

Une addition a été faite à l'article 4 pour donner à la Commission internationale le droit de statuer sur les demandes d'adhésion de nouvelles administrations, de fixer un minimum de développement kilométrique au-dessous duquel les compagnies de chemins de fer ne pourront faire partie du Congrès, d'admettre seulement les administrations ayant pour but principal l'exploitation des chemins de fer, etc.

L'article 5 limitait le nombre des membres de la Commission internationale à 29 ; on a porté ce nombre à 30, non compris les anciens présidents de session, qui seront désormais membres de droit.

La modification à l'article 7, de pure forme, est la conséquence de la nouvelle rédaction de l'article 5.

Par suite de l'adoption des articles ainsi modifiés, MM. Brioschi, Picard et de Pétrow ont été déclarés membres de droit de la Commission internationale.

Les huit membres sortants ont été renommés, à l'exception de M. le commandeur Ratti, qui ne se représentait pas et qui a été remplacé par M. Lampagnani. MM. de Guerngross, Soumarokoff, Campiglio, Lord Stalbridge, Metzger, Barabant et Duca ont été élus aux places vacantes, et il reste une place libre.

La Commission internationale se trouve dès lors composée ainsi qu'il suit :

Secrétaires :

M. Gérard, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge.
M. Amoretti, directeur des tramways à vapeur de la province de Turin.

Président :

M. Belpaire, administrateur des chemins de fer de l'État belge.

Vice-Présidents :

MM. Alfred Picard (*), inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics au Conseil d'État de France;
Dubois, administrateur des chemins de fer de l'État belge.

Membres :

MM.
Fredrik Almgren, administrateur des chemins de fer de l'État suédois;
Barabant, directeur de la compagnie des chemins de fer de l'Est français;
le commandeur Borgnini, ingénieur, directeur général de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique;
le commandeur François Brioschi (*), sénateur du royaume d'Italie;
de Bruyn, ministre de l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics de Belgique, membre de la Chambre des représentants;
Campiglio, président de l'Union des chemins de fer italiens d'intérêt local, ingénieur directeur des chemins de fer du Nord de Milan;
Dietler, vice-président de la direction du chemin de fer du Gothard;
Ducat, directeur général des chemins de fer de l'État roumain;

(*) Les noms des anciens présidents de session, membres de droit, sont accompagnés d'un astérisque.

MM.

Tony Dutreux, ingénieur civil, administrateur du chemin de fer Guillaume-Luxembourg;

Sir Andrew Fairbairn, ancien membre du Parlement anglais, administrateur du Great Northern Railway;

Griolet, vice-président du Conseil d'administration de la compagnie des chemins de fer du Nord français;

de Guerngross, conseiller privé actuel, président de l'administration du chemin de fer d'Orel-Vitebsk, membre du Conseil des chemins de fer de l'Empire russe;

Heurteau, directeur de la compagnie du chemin de fer d'Orléans;

Richard Jeitteles, conseiller aulique, directeur du chemin de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand;

Lamal, directeur général des ponts et chaussées de Belgique;

Lampugnani, chef du trafic et du mouvement des chemins de fer de la Méditerranée (Italie);

Edler Max von Leber, inspecteur du corps I. et R. de la surveillance générale des chemins de fer de l'Autriche;

Ludvigh, conseiller ministériel, président de la direction des chemins de fer de l'État hongrois;

le commandeur Mathias Massa, ingénieur, directeur général de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;

Metzger, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des chemins de fer au Ministère des travaux publics de France;

Noblemaire, directeur de la compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée;

Louis de Perl, conseiller d'État, directeur gérant du service international de la grande Société des chemins de fer russes;

de Pétrow (*), lieutenant-général du génie, président du Conseil des ingénieurs russes;

Philippe, inspecteur général des lignes nord-belges;

le baron Prisse, directeur gérant honoraire du chemin de fer d'Anvers à Gand;

Soumarokoff, conseiller d'État, ingénieur directeur du département des chemins de fer russes;

Lord Stalbridge, président du Conseil d'administration du London and North Western Railway;

de la Tournerie, inspecteur général des ponts et chaussées de France, président du Comité de l'exploitation techique des chemins de fer;

Jules Urban, directeur général du chemin de fer Grand Central

MM.

belge, président de la Société générale belge des chemins de fer économiques;

Van Kerkwijk, membre de la seconde Chambre des Etats Généraux des Pays-Bas;

Werchovsky, conseiller d'État actuel, ingénieur, membre du Conseil pour les affaires de chemins de fer de l'empire de Russie.

M. le général de Pétrow a rendu hommage à l'activité développée par les membres du Congrès; il a proposé de porter au procès-verbal l'expression des sentiments de reconnaissance du Congrès pour tous ceux qui, à titres divers, ont contribué au succès de la session de Saint-Pétersbourg.

M. Belpaire a ensuite chaudement remercié M. le président de Pétrow et les membres du Comité russe de l'admirable réception faite aux membres du Congrès, qui ont rencontré partout en Russie l'hospitalité la plus franche et la plus cordiale.

M. Werchovsky, président du Comité russe, déclare que le haut patronage de M. le Ministre des voies et communications et la bienveillance rencontrée par la section russe auprès de toutes les autorités ont singulièrement aplani les difficultés de sa tâche; c'est grâce aux sympathies inspirées par le Congrès que les délégués étrangers ont pu trouver à leur entrée en Russie et pendant leur séjour des facilités qui n'avaient pas encore été accordées dans une telle mesure.

Enfin M. Picard a exprimé à M. le général de Pétrow les sentiments de respectueuse sympathie des membres du Congrès; puis, en qualité de vice-président de la Commission internationale, parlant au nom de tous les pays représentés, il a adressé les plus chaleureux remerciments aux autorités, aux administrations et à la nation russe qui venait de donner tant de preuves de son caractère hospitalier. Il a terminé en proposant un vivat pour la Russie et pour l'Empereur.

Après la clôture du Congrès, les administrations des chemins de fer russes ont encore organisé une série d'excursions. A Moscou, une réception brillante a été faite par la municipalité, quelques délégués ont aussi visité Nijni-Novgorod et Kiew. Partout les membres étrangers, et en particulier les représentants des administrations françaises qui étaient les plus nombreux, ont trouvé un accueil chaleureux, la plus large hospitalité et les attentions les plus délicates. Aussi malgré l'épidémie qui sévissait assez sérieusement, du moins à Saint-Pétersbourg, les délégués français n'auraient remporté de ce voyage que les plus agréables souvenirs sans la mort du directeur des chemins de fer de l'État, qui est venue attrister leur séjour à Moscou. Malade depuis longtemps, Cendre avait cru de son devoir de ne pas paraître reculer devant l'épidémie qui existait en Russie. Il a succombé aux fatigues du voyage; déjà à Saint-Pétersbourg, il ne trouvait la force de lutter contre la maladie que grâce à son extrême énergie morale. Sa mort a été douloureusement sentie par tous ceux qui le connaissaient, car on ne pouvait entrer en relations avec lui sans se laisser toucher par le charme de son esprit toujours vif, toujours ouvert à toutes les questions d'art, de science ou de littérature. La municipalité de Moscou s'est dignement associée au deuil des délégués français, et nous saisissons avec empressement l'occasion qui nous est donnée de lui exprimer ici les remerciements de la délégation française.

Avant de parler des questions soumises aux discussions du Congrès, nous croyons devoir dire quelques mots d'une exposition que les délégués ont pu visiter à la gare du chemin de fer Nicolas, à Saint-Pétersbourg; nous mentionnerons en même temps quelques dispositions intéres-

santes que nous avons aperçues sur les chemins de fer russes. Nous citerons d'abord une locomotive du chemin de fer de Moscou-Kazan, qui est chauffée au pétrole; une garniture en briques couvre la *presque* totalité de la surface du foyer; quand on éteint le feu, les briques conservent assez de chaleur pour qu'après une interruption de plus de deux heures, on puisse rallumer le jet de pétrole sans introduire dans le foyer aucun combustible en ignition.

Des voitures de 3e classe à couloir, construites aux ateliers du chemin de fer Nicolas, comportent sept compartiments de quatre places. Les dossiers des sièges peuvent se relever et être fixés dans la position horizontale au-dessus des sièges; les quatre voyageurs peuvent alors s'étendre les uns sur les bancs inférieurs, les autres sur les bancs supérieurs.

M. Rykowsky a exposé un système de bascule portée sur un chariot à quatre roues; ce chariot peut circuler sur des rails placés, dans les fosses à piquer, un peu au-dessous du niveau des rails de la voie et le long de ces rails. Deux vérins, auxquels on peut donner un mouvement vertical, sont disposés l'un à droite, l'autre à gauche. On amène le chariot en un point tel que ces vérins soient exactement sous les bandages des roues; en actionnant les vérins, on soulève les roues. Les deux vérins sont indépendants l'un de l'autre. Ils reposent chacun sur le levier d'une romaine qui indique la pression exercée et par suite la charge de la roue. On opère successivement sur chaque essieu en déplaçant le chariot; l'erreur commise en raison de ce que l'on agit successivement sur les divers essieux du véhicule, n'a pas grande importance. Cet appareil remplace une bascule à machines et il peut servir pour les véhicules à bogies, quelle que soit leur longueur.

M. le général de Pétrow a exposé des segments de

bandages ayant fait de longs parcours et qui offrent cette particularité d'être doublement concaves. La surface de roulement est creusée par l'usure, sa section par un plan mené par l'essieu est naturellement concave; le côté opposé de la même section repose sur la jante et devrait être rectiligne comme celle-ci; il est concave, de sorte que, en ne tenant pas compte du boudin, le bandage a une section analogue à celle d'une lentille biconcave.

M. le général de Pétrow explique ce fait par une théorie qu'il fera connaître lui-même dans une prochaine publication.

Sur certaines lignes russes, les pentes de la voie sont indiquées au moyen de bras inclinés fixés sur des poteaux et perpendiculaires à la voie au lieu de lui être parallèles. Le mécanicien voit les deux bras, mais l'un d'eux est noirci; l'autre dont il a à tenir compte porte un chiffre donnant l'inclinaison; le bras à partir du poteau va en montant ou en descendant suivant qu'il s'agit d'une rampe ou d'une pente. Cette disposition, qui permet de placer les bras un de chaque côté du poteau ou tous deux du même côté, nous paraît préférable à la disposition adoptée en France. Le mécanicien peut bien plus facilement lire l'inscription.

Dans le compte rendu qui suit, nous donnerons, à propos de chaque question, une analyse des rapports imprimés qui ont été distribués aux membres du Congrès, puis un résumé de la discussion dans les sections et en séance plénière, et enfin le texte des conclusions adoptées par le Congrès.

QUESTION I

Nomenclature des termes techniques.

Établissement d'une nomenclature précise en plusieurs langues des termes techniques relatifs à la voie, aux ouvrages d'art et aux signaux.

Exposé. — La question n'a fait l'objet d'aucun rapport ; elle a été ajournée.

QUESTION II

Aiguilles et traversées.

Examen des dispositions à donner aux divers éléments constitutifs de la voie et des appareils de la voie dans le but spécial de prévenir ou d'atténuer les chocs au passage du matériel roulant sur les joints, les coussinets, les aiguilles et les traversées.

Exposé. — Le rapporteur, M. Contamin, ingénieur du matériel de la voie aux chemins de fer du Nord français et président de la Société des ingénieurs civils, n'ayant pu rédiger son rapport par suite de l'état de sa santé, la question n'a pas été discutée par le Congrès.

QUESTION III

Entretien des voies.

Quel est le meilleur système à adopter pour assurer la surveillance, l'entretien et la réfection des voies ?

Exposé. — L'exposé de la question a été fait par M. Bruneel, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge.

Après avoir rappelé les travaux présentés sur cette question aux sessions précédentes, M. Bruneel déclare qu'il a cru devoir limiter son étude à ce qui concerne la surveillance, l'entretien et les réfections habituelles, presque journalières, de la voie courante proprement dite.

Sur quelques lignes spéciales comme celle du Gothard, sur les lignes des chemins de fer de l'État néerlandais, sur les chemins de fer de l'Adriatique et de la Méditerranée en Italie, sur ceux de l'État hongrois, sur les chemins de fer du Prince Henri et sur tous les chemins de fer russes, la surveillance de la voie est faite par des agents spéciaux; quelques-unes des administrations précédentes se servent également pour ce service des gardes-barrières; mais la plupart des chemins de fer de l'Europe confient la surveillance de la voie aux agents chargés de l'entretien. La surveillance de nuit est supprimée sur presque toutes les lignes à service continu; sur les autres lignes, on a longtemps fait faire des tournées après le dernier train du soir et avant le premier train du matin; la tournée du soir a été en général reconnue inutile.

Les compagnies de l'Est français, du Prince Henri, et du Bône-Guelma imposent à leurs agents un essai des rails au marteau dans la partie éclissée pour rechercher les ruptures. La visite des attaches et celle des coins en bois de la voie à coussinet sont faites dans les tournées ordinaires une ou deux fois par jour.

L'entretien de la voie est effectué par des brigades composées de 3 à 12 hommes pour des étendues de voies de 3 à 13 kilomètres. M Bruneel a recueilli un grand nombre de renseignements très précis sur les dispositions adoptées par les diverses compagnies. Il semble en résulter que les brigades de 5 à 6 hommes sont généralement préférées aux brigades nombreuses qui sont plus faciles à surveiller, mais perdent plus de temps en déplacements. Le nombre moyen d'hommes par kilomètre croît naturellement avec l'importance du trafic, il est de 1,25 sur certaines lignes anglaises; il varie de 1 à 0,60 sur les lignes à double voie ; il descend à 0,50 ou même à 0,33 sur des lignes secondaires à voie unique.

La réfection des voies peut se faire par la méthode de

revisions générales appliquée en France, pour la première fois, par la compagnie de l'Est et qui consister à procéder tous les un, deux, trois ou six ans, au dégarnissage de la voie pour vérifier et rectifier son assemblage, son nivellement, son dressage, et pour remplacer les matériaux en mauvais état. Dans le système mixte adopté par la compagnie d'Orléans, toute équipe appelée à travailler sur un point déterminé doit exécuter et terminer l'entretien courant dans l'hectomètre ou au moins le demi-hectomètre correspondant avant de se porter ailleurs.

Le relevé des hectomètres entretenus permet à l'ingénieur de se tenir au courant du travail effectué et, par conséquent, de contrôler et de diriger les agents locaux. Dans le système de l'entretien en recherches, on répare les défectuosités à mesure qu'elles deviennent apparentes, sans étendre les investigations au delà du point qui est visiblement défectueux. M. Bruneel fait connaître pour beaucoup de compagnies quel est le système mis en usage; puis, il énumère les objections faites aux revisions générales. On reproche à ce mode d'opérer l'enlèvement prématuré des traverses et une diminution de stabilité de la voie déblayée à chaque réparation jusqu'au niveau inférieur des traverses; sur le premier point, M. Bruneel répond qu'en pratique la perte est faible pour les lignes à grand trafic revisées tous les ans, et que, sur les lignes à faible trafic, on peut ne pas appliquer le principe dans toute sa rigueur. Quant à l'effet produit par le déblaiement, il ne peut être bien sensible puisque, en Angleterre, on ne met qu'une très faible couche de ballast entre les traverses et rien au-dessus du niveau de leur partie supérieure.

Les avantages de la revision générale sont de donner à l'exploitation une voie homogène qui ne présente jamais de défectuosités graves et qui échappe par suite à

l'une des causes principales d'usure rapide. Les frais de main-d'œuvre sont, en outre, beaucoup moins élevés dans ce système. M. Bruneel cite des tableaux et des renseignements empruntés les uns à une note de M. Freund, ingénieur de l'entretien des chemins de fer de l'Est, les autres à une note de M. Liébeaux, ingénieur de la voie à la compagnie de Paris à Orléans, qui font ressortir l'économie procurée par les revisions générales. Enfin, ce système n'abandonne plus l'entretien à l'initiative et à l'intelligence des agents subalternes et donne à l'ingénieur les moyens de régler la marche des travaux et d'en contrôler l'exécution.

Discussion. — M. Bruneel n'a proposé dans son rapport des conclusions fermes qu'en ce qui concerne la surveillance de la voie. Dans la section, ces conclusions n'ont donné lieu qu'à une observation au sujet de la suppression des tournées de nuit. M. Bruneel a cru pouvoir affirmer que cette mesure était sans danger, et M. J. Michel, ingénieur en chef du matériel fixe et des approvisionnements de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, a cité l'expérience poursuivie depuis vingt ans sur les lignes de cette compagnie. D'après cet ingénieur, sur les lignes à grand trafic la surveillance est faite par les trains eux-mêmes, sur les autres lignes la surveillance ne sert à rien et, en tout cas, la tournée du matin peut seule présenter quelque utilité.

Au sujet de la composition des brigades d'entretien, M. Bricka, ingénieur en chef de la voie des chemins de fer de l'État français, a indiqué les règles suivies sur ce réseau. Il pense que l'on peut charger des équipes de trois hommes avec un brigadier de la surveillance de 7 à 8 kilomètres, quand la voie est bien établie. M. Toulon, ingénieur de la voie à la compagnie de l'Ouest français, fait observer qu'il faut tenir compte de la nature de la

plate-forme, de celle de la voie, du climat et enfin de la méthode d'entretien ; la composition des brigades aussi bien que l'étendue des cantonnements doit varier avec ces éléments.

A propos des systèmes de réfections de la voie, M. Toulon a préconisé la méthode d'entretien en recherches qu'il croit bonne contrairement à l'opinion sinon nettement exprimée, du moins bien clairement sous-entendue dans le rapport de M. Bruneel. Elle lui paraît plus rationnelle parce qu'elle fait porter la réparation sur les points les plus défectueux, plus économique parce que l'autre système conduit à enlever des traverses et d'autres pièces qui auraient encore pu faire un long usage, enfin plus favorable à la stabilité de la voie toutes les fois que celle-ci n'exige pas de fréquentes réparations au même endroit. M. Toulon s'est contenté, d'ailleurs, de demander que l'on ne proscrivît pas le système des réfections en recherches.

La discussion a porté principalement sur la question de savoir s'il convenait d'opérer le renouvellement entier de la voie par parties d'une certaine longueur, quelle que fût d'ailleurs cette longueur. M. Bricka a énergiquement soutenu le système d'entretien par revisions méthodiques et a insisté pour que la résolution votée par la section constatât l'extension de ce système sur les réseaux européens.

Conclusions. — Les conclusions adoptées par la première section après cet intéressant débat ont été votées par le Congrès en séance plénière dans les termes suivants :

1) *Surveillance de la voie.* — « Le Congrès constate « que les règles dont s'inspire la majorité des adminis- « trations de chemins de fer pour l'organisation du service « de surveillance de la voie proprement dite peuvent être « libellées comme suit :

a) « Tendance à la suppression des gardes spéciaux « chargés de la visite, celle-ci étant confiée aux ouvriers « des brigades d'entretien ordinaire de la voie;

b) « Réduction du nombre des tournées à deux, parfois « même à une seule par jour, la première visite se fai- « sant le matin soit au moment de la reprise du travail « des équipes d'entretien, soit, sur quelques réseaux, « avant le passage du premier train de la journée; la der- « nière visite ayant lieu, presque partout, au moment de « la cessation du travail, et, très exceptionnellement, « après le passage du dernier train;

c) « Suppression presque générale de toute surveillance « de nuit de la voie proprement dite;

d) « Inutilité de toute surveillance spéciale du serrage « des coins dans les voies établies en rails à coussinets. »

2) *Entretien de la voie.* — « Le Congrès constate la « tendance générale des administrations de chemins de « fer à adopter pour la composition des brigades un effec- « tif moyen de quatre à six hommes. Il est en général cal- « culé d'après la base d'un homme par kilomètre de ligne « à double voie à trafic intense.

« Ce coefficient décroît avec l'importance du trafic et « le poids des machines, et se réduit même, sur certaines « lignes à trafic faible, à 0,33 d'homme par kilomètre.

« Dans certains cas encore, la composition des briga- « des a pu être réduite à moins de quatre hommes, voire « même à un cantonnier travaillant isolément.

« Le nombre des agents varie avec les circonstances « et notamment avec le profil de la ligne, la composition « des voies, la vitesse des trains, le poids des machines, « la nature du ballast, le climat et l'état de la plate- « forme. »

3) *Réfections.* — « Le Congrès constate que les deux « systèmes d'entretien de la voie par « revision métho- « dique » ou « en recherche » assurent l'une et l'autre

« la sécurité de la circulation des trains. Le choix de la « méthode peut varier d'après des circonstances diverses, « notamment d'après le profil de la ligne, la constitution « de la voie, les conditions d'exploitation et le système « suivi dans le renouvellement des traverses.

« Le système des revisions méthodiques, dont l'orga- « nisation rationnelle et complète ne date que de quel- « ques années, s'étend rapidement sur les divers réseaux « européens ».

QUESTION IV

Effort des bandages sur les rails.

Résumé et discussion des expériences faites pour déterminer directement les limites extrêmes que peut atteindre l'effort exercé par les bandages sur les rails.

Exposé. — L'exposé de la question a été fait par M. Klemming, inspecteur du matériel roulant des chemins de fer de l'Etat suédois.

M. Klemming donne d'abord l'analyse d'une note de la compagnie d'Orléans d'après laquelle l'effort vertical exercé sur le rail par une roue d'avant de machine chargée de 4.500 kilogrammes peut varier entre 3 et 6.000 kilogrammes, et même exceptionnellement entre 750 et 8.250 kilogrammes. La note insiste sur ce point qu'il faudrait chercher à déterminer les maxima, qui intéressent seuls la sécurité, et par conséquent installer les appareils de mesure sur les véhicules et non pas sur la voie.

M. Klemming n'ayant pas reçu d'autres renseignements, passe en revue les diverses publications faites sur le sujet dont il avait à s'occuper. Il rappelle les expériences de M. Peter Barlow en 1838 et celles de 1866-1867 citées par M. Weber dans son ouvrage sur la *Stabilité de la voie*. Après avoir mesuré la résistance des rails

aux efforts verticaux et horizontaux, celle du joint aux mêmes efforts, celle de la voie aux forces qui tendent à la déplacer, et enfin la résistance des rails au pivotement et au déplacement par rapport aux traverses, M. Weber concluait que la voie non chargée se déplace sous un effort de 1.500 à 2 500 kilogrammes, et qu'un effort décuple est nécessaire quand la voie porte une locomotive de 27 tonnes. Il estimait que le déversement et le glissement latéral des rails sont empêchés par le frottement transversal des bandages sur les rails, par le frottement des rails sur les traverses et par la résistance des crampons, mais que la résistance propre de la voie non chargée est très faible à tous les points de vue.

M. Wöhler a cherché à déterminer l'effort exercé sur les bandages en mesurant la flexion des roues; il a trouvé qu'il pouvait s'élever aux 40 p. 100 de la charge.

MM. Flamache et Huberti, ingénieurs des chemins de fer de l'État belge, avaient déjà signalé au congrès de Milan le peu d'importance de la flexion propre des rails au passage des véhicules et l'action énergique des méplats qui se forment sur les roues freinées.

M. Jules Mackensie a communiqué, en 1883, à l'Institut des ingénieurs civils d'Angleterre les résultats de ses études sur les dangers de l'action inégale exercée dans les voies en courbe par les diverses roues d'une machine à six roues couplées. Le danger croîtrait avec l'adhérence, avec l'inclinaison du boudin sur le plan de la roue, avec le diamètre et la flexibilité des roues d'avant, quand on diminuerait la saillie du boudin, l'empatement et la charge sur l'essieu d'avant, quand le centre de gravité serait reporté en arrière de l'essieu du milieu, et enfin quand on fermerait le régulateur dans le parcours de la courbe.

M. Brière, ingénieur en chef de la voie à la compagnie d'Orléans, a étudié le renversement du rail Vignole; il

a trouvé que la résistance du crampon à l'arrachement entre rarement en jeu, mais que le renversement du rail se produit par suite de l'inégalité des pressions exercées sur la traverse par le patin.

M. Klemming a lui-même fait, en 1886, des expériences qui ont donné pour les charges sur les essieux des variations de 16 p. 100 en plus ou en moins avec une locomotive à quatre essieux et à grande vitesse, et de 60 à 70 p. 100 avec une machine à marchandises à trois essieux.

M. Klemming rappelle les appareils exposés en 1889 par la compagnie de l'Ouest français pour enregistrer les déplacements des ressorts de machines pendant la marche. Il cite les conclusions de M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Considère qui attribue les efforts dynamiques des machines sur la voie à l'effet des joints et à la masse propre des pièces motrices et des pièces liées aux pièces motrices sans intermédiaires élastiques. Ces efforts seraient proportionnels à la racine carrée de cette masse, à la vitesse et à la dépression du joint.

M. Klemming renvoie pour les expériences de M. Coüard, ingénieur à la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, à une note détaillée annexée à son rapport, et il conclut qu'en présence de la difficulté de traiter la question théoriquement, il serait désirable que l'on procédât à des expériences méthodiques.

Trois annexes sont jointes au rapport.

La première est un résumé de la communication de M. Mackensie dont il a été parlé plus haut.

La seconde est un extrait d'une note que M. Michel a publiée dans la *Revue des Chemins de fer* et dont l'objet était de comparer les résultats obtenus par divers ingénieurs dans l'évaluation des surcharges et des décharges de roues de machines.

Enfin l'annexe C fait connaître les dispositions et les

résultats des expériences faites par M. l'ingénieur Coüard. Ces expériences ont montré que l'effort supporté par le rail d'acier posé sur traverses est de trois à cinq fois plus grand que si les appuis étaient absolument fixes, que des efforts exceptionnellement grands peuvent être produits par les roues pourvues de freins, que la résistance du rail de 10 mètres est de 17 à 58 p. 100 plus grande, suivant le point considéré, que celle du rail de 5 mètres, enfin que le joint est un point faible et que les deux bouts de rails fléchissent comme s'ils étaient libres et soumis chacun à la moitié de la charge.

Discussion. — M. Bricka a fait observer que les efforts exercés par les bandages sur la voie dépendent d'une foule de circonstances dont l'influence n'a pas encore été déterminée et que l'état de la question ne permet pas de tirer des conclusions des expériences déjà faites. Il propose un avis conçu dans cet ordre d'idées.

Sur l'observation de M. Michel, la section reconnaît l'utilité d'exprimer le désir que de nouvelles expériences soient entreprises.

La rédaction ainsi complétée a été adoptée par la section, puis en séance plénière, dans les termes suivants.

Conclusions. — « Le Congrès, après avoir pris con-
« naissance du rapport de M. Klemming, émet l'avis
« qu'en raison des causes nombreuses qui font varier les
« efforts exercées sur les rails par les bandages, il n'est
« pas possible de tirer des conclusions des études faites
« jusqu'ici sur ce sujet et exprime le désir que de nou-
« velles expériences soient entreprises par les adminis-
« trations de chemins de fer. »

QUESTION V^A

Relations entre la voie et le matériel roulant.

Conditions d'établissement de la voie au point de vue des charges qui doivent la parcourir.

Exposé. — L'exposé de la question a été fait par M. Ast, conseiller de régence, directeur de la construction du chemin de fer Nord autrichien Empereur Ferdinand.

M. Ast déclare qu'il a dû se borner à indiquer comment on pourrait mettre à profit dans la construction des voies les résultats des recherches théoriques et expérimentales récentes, qui se sont trouvées souvent en désaccord avec les idées admises jusqu'ici. Le problème ainsi limité comprend cinq ordres de questions qu'il faut traiter successivement et qui font l'objet d'autant de chapitres :

Ch. I. Nature et grandeur des efforts produits sur la voie par les charges en mouvement (Forces extérieures).

Ch. II. Grandeur des réactions provoquées par ces forces extérieures sur les différentes parties de la voie (Forces intérieures).

Ch. III. Grandeur des fatigues admissibles pour les matériaux de la voie.

La détermination des éléments qui viennent d'être énumérés permet de calculer :

Ch. IV. La résistance que la voie peut offrir.

Ch. V. La forme la plus convenable à donner aux éléments de la voie.

Nous ne pouvons que résumer très incomplètement ce travail considérable.

Ch. I. — L'effort vertical exercé par les véhicules en mouvement diffère beaucoup de l'effort statique ; il est dû aux forces variables développées par les pièces à

mouvements périodiques et par la vapeur, aux défauts de la voie et à ceux des roues. A l'action de la charge statique prise pour unité, il faudrait ajouter 0,63 pour les actions transmises par les oscillations des ressorts, 0,21 pour les pressions résultant des forces centrifuges et vibrantes, 0,50 pour l'action des contrepoids, ce qui correspond à un effort total maximum de 2,34 de la charge statique, en supposant que tous les efforts maxima se superposent à un moment donné. Avec une voie très raide, cet effort total pourrait être réduit à 1,20 de la charge statique.

L'effort latéral exercé sur la voie résulte du mouvement de la et, des glissements des bandages, de l'orientation du véhicule et de l'action des tampons dans les courbes. Les expériences déjà faites assignent à cet effort des limites comprises entre les 0,30 et les 0,65 de la charge statique des roues.

Quant aux efforts longitudinaux qui donnent lieu au cheminement des rails, on n'en connaît pas la valeur.

Ch. II. — M. Ast examine successivement aux points de vue théorique et expérimental :

A La fatigue éprouvée par le ballast;
B La fatigue éprouvée par les rails;
C La fatigue des traverses;
D La fatigue éprouvée par les attaches;
E La fatigue de l'éclissage.

A) La fatigue supportée par le ballast ne doit pas dépasser la limite d'élasticité. Les expériences faites en Alsace-Lorraine ont montré que le coefficient du ballast, c'est-à-dire le nombre de kilogrammes nécessaires pour enfoncer de 1 centimètre une surface de 1 centimètre carré, varie de 3 kilogrammes (gravier) à 8 kilogrammes (petites pierres). La résistance du ballast au déplacement horizontal est toujours faible.

Winkler a soutenu que dans l'évaluation de la fatigue supportée par les rails il fallait tenir compte de la compressibilité du ballast.

B) M. Zimmermann a calculé les efforts supportés par les rails dans le cas d'une charge unique reposant à égale distance de deux traverses d'appui ou directement au-dessus d'une traverse et dans le cas de trois charges appliquées sur trois traverses séparées les unes des autres par une traverse non chargée. En appliquant ces formules à quelques types de voie, on trouve que les moments fléchissants correspondant à une même charge de roue augmentent de 17 p. 100 par l'effet de l'élasticité des appuis et de 25 p. 100 quand le coefficient de ballast passe de sa valeur la plus forte à sa valeur la plus faible; qu'en outre on diminue ces moments en donnant plus de raideur au rail, en améliorant le ballast, en augmentant le nombre des traverses, leur longueur et leur rigidité.

Les expériences de M. Coüard et même celles de MM. Flamache et Huberti n'ont fourni pour l'enfoncement du ballast que des quantités bien inférieures à celles indiquées par la théorie, ce que M. Ast attribue aux déplacements inévitables des appareils de mesure. Cette conclusion nous semble d'autant plus contestable qu'il est bien difficile de fixer la valeur à attribuer dans les formules au coefficient de ballast.

M. Ast expose ensuite les expériences de M. Coüard, et il donne les formules établies par Winkler pour évaluer l'influence de la longueur du rail, celle de l'abaissement inégal des deux rails, la fatigue due aux forces transversales, aux forces longitudinales et aux frottements entre la roue et le rail, enfin l'influence de la forme du champignon et du profil du bandage. M. Ast exprime à cette occasion le vœu que le profil des bandages qui a déjà fait l'objet d'un accord entre l'Autriche-Hongrie

et la Prusse soit fixé par une convention internationale.

C) La nouvelle théorie dans laquelle la traverse est assimilée à une poutre reposant sur une base élastique continue et supportant deux charges verticales symétriques conduit à ce résultat que, dans le cas de la voie normale, la traverse s'abaisse à ses extrémités si elle a $2^m,40$ de longueur, et se relève au contraire au milieu et aux extrémités quand sa longueur est de $2^m,70$.

Ces constatations ont une grande importance et déterminent la manière dont le bourrage doit être fait. Les expériences de M. J. Michel et celles de M. Brière, ingénieur en chef de la voie à la compagnie d'Orléans, sur les pressions transmises par les arêtes intérieures et extérieures du patin du rail établissent qu'il est important, pour conserver les traverses, de veiller au maintien de l'inclinaison prescrite pour le rail.

D) M. Ast déclare que la fatigue des attaches est diminuée par l'emploi des plaques d'appui métalliques qui sont devenues presque indispensables. Il calcule l'effort maximum exercé sur les crampons. Il cite des résultats d'expériences d'après lesquels la résistance des tire-fonds à l'arrachement bien supérieure à celle des crampons correspondrait à un effort comparable à la résistance du métal lui-même. Enfin il évalue, d'après M. Coüard, à 37 p. 100 l'augmentation de la force de résistance de la voie produite par l'emploi des selles d'appui.

E) M. Zimmermann a établi une théorie de l'éclissage, en supposant que l'éclisse est soumise à quatre forces indépendantes appliquées aux extrémités de l'éclisse et à celles des deux rails juxtaposés et en tenant compte de la compressibilité des appuis.

M. Ast conclut de ces formules qu'il faut diminuer l'angle des portées de l'éclisse avec l'horizontale, élargir ces portées, allonger les éclisses et placer les boulons

les uns près des extrémités des rails, les autres près de celles des éclisses.

Ch. III. — La résistance à la rupture exigée pour les rails est plus grande en France (70 à 85kg pour le rail à double champignon, 55 à 70kg pour le rail Vignole) qu'en Autriche-Hongrie et en Allemagne (50kg par millimètre carré pour le rail Vignole). M. Ast fait observer que l'allongement d'une barre est d'abord proportionnel à la charge jusqu'à une certaine limite, dite limite de proportionnalité ou limite surélevée d'élasticité; il croît ensuite plus rapidement jusqu'à une nouvelle limite, dite limite de grande extension ou d'étirage, au delà de laquelle une faible augmentation de charge produit un allongement très grand et permanent. M. Weisshaupt a montré que les mêmes phénomènes ont lieu dans le cas d'une barre soumise à des flexions, et M. Tetmayer a appelé limite de grande flexion celle qui correspond à la limite de grande extension. Enfin M. Bauschinger a constaté qu'en dépassant la limite surélevée d'élasticité on diminuait la limite d'élasticité dans les efforts de compression, ce qui explique l'action défavorable exercée par le redressement des rails Vignole.

Le coefficient de sécurité à adopter dépend de la rigueur du mode de calcul employé pour déterminer les efforts auxquels les rails doivent résister; il dépend aussi de la confiance que l'on peut avoir dans l'homogénéité et dans la nature de l'acier des rails. M. Ast estime que la fatigue admissible pour les rails sous une charge statique ne doit pas dépasser le tiers de la limite surélevée d'élasticité, et que la fatigue, en tenant compte de tous les effets statiques et dynamiques, ne doit pas dépasser cette limite surélevée.

La résistance du métal des éclisses à la rupture est fixée en Allemagne à 37 kilogrammes par millimètre carré pour le fer fondu et à 50 ou 55 kilogrammes pour l'acier

fondu; en France, on emploie des aciers offrant une résistance de 60 kilogrammes.

Les limites sont les mêmes pour les plaques d'appui.

La résistance des bois perpendiculairement aux fibres est, d'après M. Michel, de 240, 200, 120, 80 kilogrammes pour le chêne, le pin, le mélèze ou le sapin; dans le sens parallèle aux fibres, la résistance est plus faible d'un quart environ.

Pour ce qui regarde le ballast, M. Kreuter trouve qu'on lui donne seulement le tiers de l'épaisseur indiquée par la théorie des profondeurs des volumes porteurs. Mais, comme le fait observer M. Ast, la question demanderait à être soumise à des expériences multiples, et, la seule chose que l'on soit en mesure d'affirmer, c'est la nécessité d'un ballast le plus dur possible, non-gélif et perméable.

Ch. IV. — Les dimensions de la voie doivent être déterminées en tenant compte des réductions de section en certains points, de l'usure en service et de l'altération de la structure du métal par les efforts de sens contraire résultant du roulement des véhicules. Pour le calcul de la fatigue des rails et du déplacement vertical de la voie, M. Ast préconise l'emploi des formules de M. Zimmermann. S'il n'y avait que l'effet statique, le véhicule, d'après la théorie, roulerait sur le rail comme sur une surface unie, parce que l'abaissement du rail aurait sensiblement la même valeur, dans les conditions habituelles, quel que fût le point d'application de la charge. Pour obtenir ce résultat en pratique, il faut rapprocher les traverses de joint; mais les effets dynamiques font varier l'abaissement du rail pour une même charge, et M. Ast donne le tableau des valeurs d'un certain coefficient α d'après les formules de M. Zimmermann. Il estime que la limite des variations d'abaissement Δy ne doit pas dépasser $0^m,002$. Connaissant les limites de variation ΔG de la charge sur

les rails, on peut déterminer α, qui est donné par la relation $\Delta y = \alpha \Delta G$. Le tableau donne alors pour chaque valeur de résistance du ballast à l'enfoncement la valeur que doit avoir le moment d'inertie de la section du rail et par suite le poids du rail par mètre courant. M. Ast calcule ensuite pour certains types de rails l'influence des effets dynamiques, et il recherche comment croît la fatigue du rail quand la charge dépasse le maximum en vue duquel le rail a été établi.

Ch. V. — M. Ast indique des formules très simples pour évaluer d'une manière suffisamment approchée le moment de résistance W et le moment d'inertie J d'un rail d'après sa section F et sa hauteur h. On a pour les rails vignole $W = 0{,}25\,Fh$ et $J = 0{,}13\,Fh^2$; pour les rails à double champignon $W = 0{,}21\,Fh$ et $J = 0{,}1075\,Fh^2$.

M. Ast résume ensuite les dispositions les plus favorables à adopter d'après les considérations précédentes pour le rapport de la largeur du patin à la hauteur du rail, qu'il croit ne pas devoir dépasser 0,70, pour l'angle d'éclissage, etc., etc. Il fait observer que le seul inconvénient des rails longs est la grandeur de l'intervalle à ménager pour la dilatation.

Les traverses ne doivent pas supporter un effort de plus de 60 kilogrammes par centimètre carré. Les moyens d'attache doivent empêcher les mouvements relatifs de la traverse et du rail ; de ce principe ressort l'utilité des plaques d'appui. Quant au joint, M. Ast déclare que les modes d'éclissage actuels ne le rendent pas suffisamment solide.

Nous n'avons pas indiqué au fur et à mesure les conclusions de M. Ast, parce que dans son exposé verbal cet ingénieur les a complétées. Avant de les faire connaître, nous dirons un mot des annexes jointes au rapport.

L'administration des chemins de fer de l'État belge a fourni une note sur le renforcement des voies de son réseau

de 1880 à 1891. L'accélération des trains et l'augmentation du poids des machines ont fait remplacer l'ancien rail de 38 kilogrammes par le rail Goliath de 52 kilogrammes. La note décrit en détail ces deux systèmes de voies.

Une seconde note due à M. V. Anitchkow, ingénieur, membre de la Société impériale technique Russe, donne le résultat des expériences faites par une Commission de la société technique impériale Russe sur l'acier des bandages. La Commission recommande l'emploi d'un acier de dureté moyenne, offrant une résistance à la rupture de 66 à 73 kilogrammes et un allongement de 15 à 17 p. 100. Elle a trouvé que la composition des meilleurs bandages correspond à des teneurs moyennes de : 0,52 carbone p. 100, 0,42 manganèse, 0,156 silicium et 0,106 phosphore ; que les bandages en acier doux se cassent plus vite que les bandages en acier dur, et que l'usure est beaucoup plus rapide pour les aciers doux et pour les aciers trop durs.

Une troisième note due à M. F. Benedetti, ingénieur en chef des chemins de fer méridionaux (Italie), traite de l'amplitude des mouvements verticaux d'une voie ferrée sur traverses en bois au passage des trains et de la grandeur des tensions que les rails subissent. M. Benedetti a soumis la question au calcul et il compare les résultats donnés par ses formules à ceux que M. Coüard a déterminés par expériences. Il trouve entre les deux un accord satisfaisant.

M. Ast avait terminé son rapport avant d'avoir eu connaissance de ce mémoire. Dans un complément à son exposé, il reconnaît que M. Benedetti a eu raison de faire intervenir dans le calcul des efforts subis par les rails deux roues consécutives de la machine au lieu d'une seule ; mais il émet quelques doutes sur l'importance des effets dynamiques admis par M. Benedetti et qui s'élèveraient à plus de cinq fois la charge statique, au lieu de

2,4 (chiffre de M. Ast) et de 3,2 (chiffre de M. Coüard).

M. Ast compare les deux méthodes de calcul qui prendraient comme point de départ la courbe élastique d'une poutre appuyée d'une manière invariable, encastrée à ses deux extrémités et chargée au milieu, les traverses s'abaissant de manière à occuper les positions qui leur sont assignées par la forme de la courbe élastique. D'après M. Ast, M. Benedetti suppose que la courbe du rail soumis à l'action de deux roues placées de part et d'autre d'une traverse a ses tangentes horizontales au droit de ces roues. M. Ast croit avoir trouvé dans cette hypothèse et dans d'autres hypothèses qu'il relève les causes des différences entre les résultats obtenus par M. Benedetti et ceux trouvés par les autres ingénieurs qui se sont occupés de la même question ; mais il a soin de déclarer qu'il ne faut pas confondre la forme que prennent des rails reposant sur traverses avec celle que prendraient des rails posés sur longrines, attendu que l'on doit tenir compte des conditions dans lesquelles se trouvent effectivement les rails.

Nous ne pouvons entrer dans le détail de ces calculs, qui sont complétés dans une dernière annexe.

Nous avons voulu seulement donner une idée des importants travaux auxquels la question V^A a donné lieu. La nouvelle théorie n'est pas encore définitive, mais elle serre évidemment de plus près la réalité que l'ancienne théorie qui ne tenait pas compte de l'élasticité des supports.

Discussion. — Nous allons examiner successivement les différentes conclusions développées par M. Ast et indiquer les discussions qu'elles ont fait naître.

Les première et deuxième sections réunies ont adopté la première partie des conclusions dans les termes suivants :

1) « Pour les grandes vitesses et les grandes charges « de roue, une augmentation des conditions de stabilité « du rail (rapport entre la hauteur et la base) paraît dé- « sirable ; mais on arrive à un meilleur résultat lorsque, « au lieu d'élargir le patin, on a recours à des plaques « d'appui convenables, *fixées directement aux rails et le « plus rigidement possible* (*coussinets*) ».

Mais dans la séance plénière, cette rédaction a soulevé des objections ; M. Flamache ne croit pas le système des plaques d'appui assez répandu pour qu'on puisse proclamer sa supériorité.

M. Bouissou, ingénieur du matériel fixe de la compagnie de l'Ouest (France), demande que l'on fasse mention non seulement des selles, mais encore des coussinets. M. Hohenegger, directeur des travaux de la compagnie des chemins du Nord-Ouest Autrichien et jonction Sud-Nord Allemande, déclare qu'en Autriche il existe sur les voies plus de 90.000 selles depuis 7 ans et que l'on est très satisfait de leur emploi. M. Noblemaire, directeur des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, demande la suppression ou la modification de la parenthèse (rapport entre la hauteur et la base). M. Barabant, directeur des chemins de fer de l'Est (France), propose pour cet article une rédaction plus générale, qui a été adoptée par le Congrès :

« Pour les grandes vitesses et les grandes charges de « roue, une augmentation des conditions de stabilité du « rail s'impose : on peut l'obtenir soit par l'élargissement « du patin, soit par l'adjonction de plaques ou de cous- « sinets, soit par tout autre moyen analogue ».

Le second paragraphe des conclusions recommandait un grand bombement du champignon du rail et un angle d'éclissage faible. En section, M. Kerbedz, administrateur du chemin de fer Vladicaucase, a proposé de fixer à 14° la valeur de l'angle d'éclissage. M. Flamache a fait remar-

quer que pour le rail belge de 52 kilogrammes cet angle est de 11°, et cette disposition ayant été reconnue bonne, il pense qu'il ne faut pas fixer un minimum de 14°. Après une observation de M. Sabouret, ingénieur principal du service central de la voie à la compagnie Paris-Orléans, sur le grand nombre d'éléments dont dépend l'angle d'éclissage, M. Kerbedz propose de recommander un angle aussi faible que possible tout en restant compatible avec un bon serrage.

M. Flamache proteste contre le grand bombement du champignon, qui ne lui paraît pas accepté par tous les ingénieurs, et M. J. Michel appuie cet avis en faisant remarquer qu'il vaut mieux donner au rail la forme qu'il prend par l'usure, c'est-à-dire une surface presque plate. Il propose donc de dire que le bombement du champignon doit être de grand rayon. Cette proposition et celle de M. Kerbedz sont acceptées et l'article est voté dans les termes suivants :

2) « Pour le reste, on peut recommander : une largeur « aussi grande que possible du champignon avec bombe- « ment supérieur de grand rayon et les surfaces laté- « rales adaptées au profil des bandages de roue, ensuite « un angle d'éclissage aussi faible qu'il est compatible « avec le bon serrage des éclisses, enfin *la plus grande* « *largeur possible pour les portées en contact avec les* « *éclisses* ».

En séance plénière on a fait remarquer que les portées du rail en contact avec les éclisses devaient avoir la plus grande surface possible et qu'il ne suffisait pas que leur largeur fût grande. Cette observation a été reconnue fondée, et dans le dernier membre de phrase le mot « surface » a été substitué au mot « largeur ».

Le troisième article relatif à une entente en vue de fixer des profils uniformes pour les faces latérales du champignon et pour les bandages de roues a donné lieu

à une observation de M. Clérault, ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer de l'Ouest. Cet ingénieur a fait observer que la question a été discutée à Berne, où l'on a pas voulu imposer l'uniformité de ces profils.

La conférence a admis que le bandage devait être combiné de manière à donner le meilleur roulement sur les rails de la compagnie propriétaire du véhicule, tout en pouvant circuler sur les voies ferrées étrangères.

M. Clérault pense que l'on devrait émettre au Congrès un avis analogue.

M. le rapporteur a alors proposé la suppression du paragraphe, ce qui a été adopté.

Le quatrième article, présenté par M. Ast, a été accepté sous réserve qu'au lieu de dire qu'il faut dans la détermination des éléments du rail tenir *principalement* compte des conditions du laminage, on se contenterait de déclarer qu'il faut tenir compte de ces conditions ; M. Flamache avait rappelé à ce sujet que, si le laminage des petits rails peut présenter des difficultés, il en est autrement des gros rails.

La rédaction ainsi modifiée a été adoptée en séance plénière :

3) « La hauteur du champignon, ainsi que l'épaisseur « de l'âme et du patin, doivent être déterminées en *tenant* « *compte des conditions exigées par un bon laminage* ».

L'article suivant des conclusions de M. Ast a été adopté en section :

« Une grande longueur pour les rails combinée avec « un assemblage solide diminuant les effets des ouver- « tures de dilatation, constitue un excellent moyen de « donner à la voie une résistance plus élevée ».

Le mot ouverture a soulevé des objections en séance plénière ; on a trouvé qu'il manquait de clarté ; M. Noblemaire a proposé de diviser la phrase en deux ; M. Ba-

rabant a fait observer qu'il était inutile de parler dans ce paragraphe de l'assemblage dont il est question dans un autre article. Sur la proposition de M. Heurteau, directeur de la compagnie d'Orléans, on a finalement adopté la rédaction suivante :

4) « L'augmentation de longueur des rails constitue « un excellent moyen d'améliorer la voie, mais comme « elle entraîne en même temps une augmentation dans « l'intervalle laissé entre les extrémités, elle exige une « augmentation de rigidité dans l'assemblage ».

M. Ast avait proposé de dire :

« Il semble avantageux de donner en général à la tra- « verse une grande longueur et une section rigide et « d'armer la traverse en bois de selles inclinées ou de « coussinets et plaques de serrage ».

M. Bouissou a fait remarquer que la largeur de la traverse a autant d'importance que sa longueur. M. J. Michel signale même ce fait que, pour avoir un bon bourrage, il a été amené à réduire à 2m,60 la longueur de traverses qui avaient 2m,70. M. Flamache, tout en reconnaissant l'utilité que peuvent présenter les selles, croit qu'il ne faut pas prétendre les imposer. Tenant compte de ces observations, les première et deuxième sections ont adopté la réduction suivante :

« Il semble avantageux d'armer les traverses en bois « de selles ou de coussinets ».

Mais en séance plénière M. Barabant a trouvé cette déclaration trop affirmative ; il a rappelé qu'aux chemins de fer de l'Est la voie ne comporte ni selles, ni coussinets ; les rails reposent sur des semelles en feutre et sont fixés par trois tire-fond. Sur 1000 traverses en hêtre créosoté on en a trouvé 910 en bon état après 18 ans d'usage. Sur sa proposition on modifie le libellé comme il suit :

5) « Il paraît y avoir tendance à armer les traverses « en bois de selles ou de coussinets ».

M. Ast proposait de déclarer que l'emploi des traverses en fer ayant des dimensions judicieusement calculées est recommandable dans l'intérêt de la stabilité de la voie. MM. de Pogrebinsky et d'Abrahamsohn, ingénieurs des chemins de fer sud-ouest Russes, ont combattu cette assertion, qui ne leur paraît exacte qu'en ce qui concerne la durée de la voie. M. Flamache a réclamé la suppression complète du paragraphe. Aux grandes vitesses, d'après cet ingénieur, les traverses métalliques se déplacent, et il est impossible ensuite de remanier la voie. M. Max von Leber, inspecteur des corps I. et R. du contrôle des chemins de fer de l'Autriche, trouve ces critiques exagérées ; il y a en Allemagne 12.000 kilomètres de voies à traverses en fer, et ce système ne présente pas d'inconvénients quand les attaches sont convenables. M. Bruneel rappelle les essais entrepris sur la ligne de Bruxelles à Anvers. Les traverses Post avaient la plupart des fêlures (60 p. 100). Les frais d'entretien se sont élevés au triple de ceux nécessités par les traverses en bois ; ils ont été sur certains points vingt fois plus forts. Le ballast en porphyre concassé ne résistait pas et se réduisait en poussière très rapidement.

Un autre membre fait connaître qu'un essai tenté sur la ligne de Philadelphie à Pittsburg a complètement échoué.

En présence de ces observations, le paragraphe relatif aux traverses en fer est supprimé.

Les trois paragraphes suivants sont adoptés par les première et deuxième sections :

« La condition que l'assemblage des rails au joint « assure autant que possible la continuité de la voie et « permette un roulement élastique sans secousse, *n'est « pas satisfaite pendant un temps assez long* par les « modes et dispositions des systèmes d'éclissage actuel- « lement en usage.

« On doit donc recommander d'une manière pressante « que de nouvelles recherches théoriques et expérimen- « tales soient faites relativement aux fatigues supportées « par les éclissages et à la manière dont ils y résistent, « et qu'on poursuive en même temps les expériences avec « de nouveaux systèmes de construction.

« Dans ces conditions on ferait œuvre méritoire *en « inscrivant la continuation de l'examen de cette question « à l'ordre du jour de la cinquième session du Congrès* ».

Dans la séance plénière M. Flamache a réclamé la suppression du premier paragraphe, attendu qu'en Angleterre le système employé pour les éclisses donne une voie excellente, et la réunion des deux derniers paragraphes en un seul. Conformément à ces propositions, le Congrès a adopté le texte suivant :

6) « Le Congrès recommande d'une manière pressante « que de nouvelles recherches théoriques et expérimen- « tales soient faites relativement aux fatigues supportées « par les éclissages et à la manière dont ils y résistent, « et qu'on poursuive en même temps les expériences « avec de nouveaux systèmes de construction.

« Dans ces conditions il y a lieu d'inscrire la conti- « nuation de l'examen de cette question à l'ordre du « jour de la cinquième session du Congrès ».

Les sections ont accepté la conclusion ci-après de M. Ast.

« Il serait à désirer en outre que la question suivante « soit mise à l'ordre du jour de la cinquième session du « Congrès :

« *Relation entre la voie et le matériel roulant. Condi- « tions d'établissement du matériel roulant au point de « vue de la voie qu'il doit parcourir* ».

En séance plénière, M. Heurteau a demandé qu'il fût admis que la voie doit aussi être établie en vue du matériel roulant, au lieu de poser en principe que le matériel

roulant doit toujours être construit en vue de la voie. La rédaction proposée dans cet ordre d'idées par M. de Boschan, ingénieur du chemin de fer du Nord, Empereur Ferdinand a été adoptée.

7) « Il serait à désirer en outre que la question sui- « vante soit mise à l'ordre du jour de la cinquième ses- « sion du Congrès :

« *Conditions réciproques d'établissement de la voie et* « *du matériel roulant.* »

Un dernier vœu relatif à la nomination d'une commission chargée de réunir dans un tableau la nomenclature des éléments à déterminer par expériences a été adopté par le Congrès dans les termes suivants :

8) « Enfin, il conviendrait que la Commission interna- « tionale encadrât dans un tableau tous les éléments à « déterminer par des expériences directes, et ce dans le « but d'avoir des renseignements comparables. »

A propos de la question V^A, M. Flamache a fait aux première et deuxième sections une communication très intéressante relative aux expériences qu'il a poursuivies de concert avec M. Huberti sur les flexions des rails au passage des trains. Il a opéré avec des rails pesant 38 et 52 kilogrammes par mètre courant et à des vitesses de 0 à 100 kilomètres à l'heure. Jusqu'à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, la flexion du rail est la même qu'à l'état statique. La flexion moyenne augmente quand la vitesse dépasse 75 kilomètres à l'heure. A la vitesse de 100 kilomètres, l'amplitude des vibrations est de 4 millimètres au lieu de 1 millimètre, c'est-à-dire quadruplée. Lorsqu'une voiture à bogies passe sur le rail, celui-ci revient à son niveau normal dans l'intervalle du passage des deux bogies.

L'amplitude des vibrations et la flexion ont toujours été plus faibles avec les rails lourds. On a constaté que les méplats des bandages donnent lieu à des efforts con-

sidérables. Enfin, c'est le premier essieu de la machine qui produisait la plus grande flèche.

M. Clérault croit qu'une locomotive à bogies aurait conduit à d'autres résultats, et M. Flamache a déclaré partager cette opinion.

Nous ne pouvons pas nous étendre davantage sur ces expériences, dont les relevés ont été soumis aux membres du Congrès sous forme de graphiques.

En raison de l'importance de la question V^A, nous croyons devoir reproduire l'ensemble des conclusions arrêtées par le Congrès.

Littera A :

1) « Pour les grandes vitesses et les grandes charges « de roue, une augmentation des conditions de stabilité « du rail s'impose : on peut l'obtenir soit par l'élargis- « sement du patin, soit par l'adjonction de plaques ou « de coussinets, soit par tout autre moyen analogue.

2) « Pour le reste, on peut recommander : une largeur « aussi grande que possible du champignon avec bombe- « ment supérieur de grand rayon et les surfaces latérales « adaptées au profil des bandages de roue, ensuite un « angle d'éclissage aussi faible qu'il est compatible avec « le bon serrage des éclisses, enfin *la plus grande surface « possible pour les portées en contact avec les éclisses.*

3) « La hauteur du champignon ainsi que l'épaisseur « de l'âme et du patin doivent être déterminées en « *tenant compte des conditions exigées par un bon la- « minage.*

4) « L'augmentation de longueur des rails constitue un « excellent moyen d'améliorer la voie ; mais comme elle « entraine en même temps une augmentation dans l'in- « tervalle laissé entre les extrémités, elle exige une aug- « mentation de rigidité dans l'assemblage.

5) « Il paraît y avoir tendance à armer les traverses « en bois de selles ou de coussinets.

6) « Le Congrès recommande d'une manière pressante « que de nouvelles recherches théoriques et expérimen- « tales soient faites relativement aux fatigues supportées « par les éclissages et à la manière dont ils y résistent, « et qu'on poursuive en même temps les expériences avec « de nouveaux systèmes de construction.

« Dans ces conditions il y a lieu d'inscrire la continua- « tion de l'examen de cette question à l'ordre du jour de « la cinquième session du Congrès.

7) « Il serait à désirer en outre que la question sui- « vante soit mise à l'ordre du jour de la cinquième ses- « sion du Congrès :

« *Conditions réciproques d'établissement de la voie et « du matériel roulant.*

8) « Enfin il conviendrait que la Commission interna- « tionale encadrât dans un tableau tous les éléments à « déterminer par des expériences directes, et ce dans le « but d'avoir des renseignements comparables.

QUESTION V B

Relations entre la voie et le matériel roulant.

Relations entre la superstructure des ponts métalliques et leur surcharge.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Béléloubsky, professeur à l'Institut impérial des voies de communication, directeur du laboratoire mécanique et ingénieur consultant de l'administration des chemins de fer de l'État russe.

Après avoir indiqué le programme qu'il s'était proposé de remplir et fait connaître le questionnaire qu'il a adressé aux principales administrations de chemins de fer, M. Béléloubsky donne le résumé des réponses qu'il a reçues de trois compagnies prises comme types. Il justifie ensuite par quelques considérations générales les

huit questions qu'il avait posées et demande que ce questionnaire soit approuvé par le Congrès, après amendement s'il y a lieu, afin qu'on puisse l'envoyer de nouveau aux compagnies de chemins de fer; avec les renseignements ainsi recueillis et qui seraient sans doute plus nombreux et plus complets que ceux reçus cette année par M. Béléloubsky, on pourrait dresser une série de sept tableaux pour la prochaine session.

Discussion. — M. le général de Struve, membre du Conseil d'administration du chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, fait remarquer qu'après avoir construit des ponts trop lourds on en a construit d'autres dans lesquels on a trop économisé le métal; maintenant on ne sait plus que faire. Le renforcement d'un pont métallique lui paraît une opération des plus délicates, qui peut être plus nuisible qu'utile. En particulier, il lui semble impossible de fixer, pour les ponts nouveaux et *à fortiori* pour les ponts en service, des coefficients de sécurité uniformes, de même que d'admettre des coefficients uniformes de résistance pour toutes les constructions métalliques.

M. Max von Leber rappelle qu'il a proposé au Congrès de 1885 de choisir comme type pour l'évaluation des charges une machine à quatre essieux chargés chacun de 14 tonnes et écartés les uns des autres de $1^{m},20$. Cette proposition a été rejetée par le Congrès; mais, à part quelques légères modifications, la même solution a été adoptée, en 1884, par la Russie, en 1887, par l'Autriche, en 1891, par la France.

M. von Leber estime comme M. de Struve que l'on ne peut fixer des coefficients uniformes. Dans les règlements français, ces coefficients varient avec la longueur des travées, le mode de travail des pièces, etc.

M. Belpaire ne voit pas l'utilité de prendre comme type la machine à quatre essieux de 14 tonnes, attendu que

les locomotives ne circulent pas dans des pays différents, ni même en général sur plusieurs réseaux d'un même pays. Il suffit, au point de vue de l'intérêt général, que les ponts comme les ouvrages de tout genre et les voies elles-mêmes puissent supporter, sans excès de fatigue, le passage du matériel international qui doit y circuler.

M. Béléloubsky insiste sur l'utilité qu'il y aurait à spécifier les qualités du métal destiné à la construction des ponts.

M. le général de Struve est opposé à l'adoption de règles générales. On doit examiner attentivement les ouvrages existants; s'ils se comportent bien, il est préférable de ne pas y toucher quand même le métal travaillerait à 1 ou 2 kilogrammes de plus qu'on ne l'admet pour les constructions nouvelles.

M. Béléloubsky propose de soumettre au Congrès une proposition en vue de provoquer la création d'une section spéciale pour l'étude des conditions techniques d'emploi des matériaux de construction.

M. Bricka, ingénieur en chef, et M. Debray, ingénieur des ponts et chaussées (France), font observer que cette étude intéresse non seulement les ingénieurs des chemins de fer, mais encore tous les ingénieurs et constructeurs. On ne peut songer à établir des règles uniformes pour tous les cas, pas même pour le matériel roulant et pour le matériel de la voie.

La proposition de M. Béléloubsky est rejetée par les première et deuxième sections.

Un membre propose de prendre comme type, pour les essais en charge des ouvrages d'art, la machine indiquée par M. von Leber, mais en substituant le mot plus général de véhicule à celui de machine.

Les première et deuxième sections adoptent cette proposition et décident de soumettre au Congrès les résolutions suivantes :

1) *Programme des questions à étudier en vue de la prochaine réunion du Congrès.*

« 1° Comparer et discuter par les différents chemins de « fer :

« *a*) Les charges qui servent de base pour le calcul des « ponts ;

« *b*) Les méthodes de calcul ;

« *c*) Les coefficients de sécurité ;

« *d*) Les formules employées pour évaluer le poids des « tabliers métalliques.

« 2° Proposer des coefficients de sécurité pour le fer « fondu ou soudant employé dans la construction de ponts « métalliques.

« 3° Étudier le renforcement des ponts en vue de les « approprier au passage des charges lourdes ».

Les première et deuxième sections émettent en outre le vœu suivant :

« Il semble désirable que la voie et les ponts sur les « grandes lignes internationales soient assez résistants « pour permettre le passage d'un couple de véhicules ayant « chacun quatre essieux de 14 tonnes à 1m,20 d'écarte- « ment ».

Dans une note qui a été imprimée à la fin du rapport sur la question VIIIc, M. Béléloubsky demandait la formation, au sein du Congrès, d'une section spéciale qui aurait pour but l'unification des méthodes d'essai et l'unification des conditions de réception des matériaux de construction.

Cet ingénieur a déclaré qu'après en avoir conféré avec plusieurs de ses collègues, il croyait devoir modifier ses conclusions primitives et demander aux première et deuxième sections d'exprimer le vœu que l'on cherchât à établir une entente internationale pour l'unification des méthodes d'essai des matériaux de construction.

A ce propos, M. Debray a donné lecture des principaux passages du rapport adressé à M. le Président de la République française par M. le Ministre des travaux publics au sujet de la nomination d'une Commission chargée de déterminer les méthodes d'essais des matériaux de construction.

M. Belpaire ne pense pas que le Congrès des chemins de fer puisse s'immiscer dans les travaux d'une Commission internationale.

M. Debray répond que cette Commission n'existe pas encore et que M. Béléloubsky se borne à proposer un vœu sur l'utilité d'une entente internationale pour l'unification des méthodes d'essais.

Après ces explications, la résolution suivante a été votée par les sections :

« 1) Le Congrès des chemins de fer s'associe aux « vœux, déjà formulés en 1889 à Paris par le Congrès « des procédés de construction et de mécanique appliquée, « tendant à une entente internationale pour l'uniformité « des méthodes d'essai des matériaux de construction.

« 2) Le Congrès des chemins de fer remercie le Gou- « vernement français des études préparatoires qu'il a « entreprises à cet effet. »

En séance plénière, M. Kerbedz a fait observer que, dans plusieurs pays, on admet des coefficients de sécurité moins élevés pour les ouvrages de compagnies secondaires; il demande que le Congrès déclare cette tolérance admissible dans ce cas aussi bien que dans celui des vieux ouvrages. M. Von Leber reconnaît que l'assertion est exacte, mais il ne croit pas que le Congrès puisse fixer le degré de tolérance à appliquer aux vieux ouvrages. Si, pour un pont en construction, on admet seulement un travail de 8 kilogrammes, on ne peut admettre un travail de 9 kilogrammes pour les ponts déjà fatigués.

Il s'agit d'une tolérance acceptable en pratique, mais que le Congrès ne peut recommander.

M. Barabant demande qu'au deuxième paragraphe, on remplace les mots « *proposer des coefficients de sécurité* » par ceux « *étudier* des coefficients de sécurité. » M. Clérault fait remarquer que ce paragraphe fera alors double emploi avec le précédent et que dès lors il vaut mieux le supprimer. M. Kerbedz critique la première phrase du premier paragraphe où il est question de comparer et de discuter les renseignements relatifs aux ouvrages d'art. Il lui semble qu'il ne peut être question que de recueillir ces renseignements.

Après quelques autres observations qui visaient la forme plutôt que le fond des conclusions émises par les sections, le Congrès a adopté la rédaction suivante :

Conclusions. — Le Congrès adopte le programme ci-après des questions à étudier en vue de la session prochaine :

« 1° Donner pour les différents chemins de fer les renseignements techniques ci-après :

« *a*) Les charges qui servent de base pour le calcul des ponts ;

« *b*) Les méthodes de calcul ;

« *c*) Les coefficients de sécurité ;

« *d*) Les formules employées pour évaluer le poids des tabliers métalliques ;

« *e*) Les méthodes suivies pour le renforcement des ponts en vue de les approprier au passage des charges lourdes.

« En outre le Congrès émet le vœu suivant :

« Il semble désirable que la voie et les ponts sur les grandes lignes internationales soient assez résistants pour permettre le passage d'un couple de véhicules

« ayant chacun quatre essieux de 14 tonnes à $1^m,20$
« d'écartement.

« Enfin le Congrès des chemins de fer s'associe aux
« vœux, déjà formulés en 1889, à Paris, par le Congrès des
« procédés de construction et de mécanique appliquée,
« tendant à une entente internationale pour l'uniformité
« des méthodes d'essai des matériaux de construction et
« remercie le Gouvernement français des études prépara-
« toires qu'il a entreprises à cet effet. »

QUESTION VI

Voies des trains rapides.

Quelles sont les mesures qui permettraient de réduire le ralentissement des trains tout en garantissant la sécurité, au passage des courbes de divers rayons, des aiguillages abordés par la pointe et verrouillés, des ponts tournants, des passages à niveau, etc. ?

Exposé. — Le rapport sur cette question a été fait par M. Findlay, directeur général du London and North Western Railway. En l'absence de M. Findlay, M. le général Hutchinson, délégué du Board of Trade, en a présenté l'exposé.

La vitesse que l'on peut donner aux trains dépend surtout de l'inclinaison des rampes qui, à moins d'être très faibles, ont toujours pour conséquence une diminution de vitesse. Les réfections de la voie, les vents contraires, les intempéries qui réduisent le coefficient d'adhérence, donnent lieu à des pertes de temps. Pour regagner le temps perdu sur un kilomètre de voie parcouru à la vitesse de 24 kilomètres à l'heure, il faut, suivant que la vitesse moyenne est de 48, 64 ou 80 kilomètres à l'heure avec des maxima de 80, 97 ou 113 kilomètres, produire l'effort correspondant à la vitesse maxima sur des longueurs de 2.500, 5.000 ou 8.000 mètres. Les brouillards ne nuisent pas beaucoup à la marche des express, parce que, quand ils se produisent, on cherche par tous les

moyens à supprimer les obstructions sur la voie : on détourne le service des marchandises, etc.

M. Lindlay donne le poids des principaux express. Ce poids n'atteint en Angleterre 192 tonnes que sur le Midland ; il est de 160 tonnes sur le Groat Northern avec des vitesses moyennes de 85 kilomètres environ à l'heure.

En France, sur la ligne d'Orléans et sur celle du Nord, les poids des trains sont de 160 tonnes pour une vitesse de 77 kilomètres. Aux États-Unis, un train de New-York à Buffalo réaliserait une vitesse de 85 kilomètres avec un poids de 333 tonnes !

En Angleterre, la vitesse maxima des trains sur les pentes est rarement fixée par des instructions : on s'en rapporte à la prudence des mécaniciens. M. Lindlay cite un train qui, au pied d'une rampe de 8 kilomètres de longueur, avait atteint une vitesse de 127 kilomètres à l'heure.

Pour être sûre, la voie doit être bien asséchée ; le ballast doit être dur et composé seulement de pierrailles ; le rail doit être lourd et fixé dans de bonnes conditions. En Angleterre, le rail est généralement en acier, il pèse 40 à 45 kilogrammes, repose sur des coussinets en fonte pesant de 16 à 20 kilogrammes ; les traverses de $2^m,75$ sur $0^m,25$ et $0^m,125$ sont espacées de $0^m,75$ à $0^m,90$ d'axe en axe.

Les courbes dont le rail antérieur aurait un surhaussement convenable pourraient être parcourues sans danger aux plus grandes vitesses par des véhicules à essieux radiaux et dont les roues auraient leurs diamètres proportionnels aux rayons de courbure des files de rail ; mais ces conditions sont irréalisables en pratique, de là des tendances au déraillement en courbes.

Néanmoins, ajoute M. Findlay, on a pu parcourir pendant des années sans inconvénients, à grande vitesse, des traversées de voies ou des bifurcations offrant des cour-

bes de 302, 201, 161 et même 121 mètres de rayon sans surhaussement.

Un train qui parcourt des courbes de 402 ou 201 mètres de rayon, sans dévers, à des vitesses de 97 ou 64 kilomètres à l'heure, est cependant exposé à se renverser sous l'action d'un vent violent qui le prend en travers. Comme exemple de vitesse en courbe raide, M. Findlay indique la circulation d'une machine d'express à la vitesse de 50 kilomètres à l'heure dans une courbe de 50 mètres de rayon sur 75 degrés de développement angulaire avec un surhaussement de $0^{m},29$.

Pour les raccords, la forme parabolique est très bonne, mais elle ne paraît pas pratique à cet ingénieur, parce qu'il est impossible de la maintenir sans altérations.

Les traversées de voies ne doivent pas avoir un angle de moins de 1/8. Le danger existe sur ces points, principalement en cas de secousses imprimées à des véhicules mal attelés et peu chargés par les véhicules qui les précèdent ou par ceux qui les suivent.

On tend à supprimer sur les lignes à trains rapides les passages à niveau et les ponts tournants.

En résumé, on cherche plutôt en Angleterre à modifier les courbes de faible rayon de manière à pouvoir y circuler à grande vitesse qu'à imposer des règles strictes pour réduire la vitesse sur les courbes de faible rayon, et on laisse apprécier au mécanicien qui passe fréquemment sur ces points la vitesse qu'il doit y prendre.

Discussion. — M. Bruneel a fait remarquer que M. Findlay, dans son intéressant rapport, a indiqué les règles suivies pour le ralentissement des trains dans les courbes, tandis que la question posée demandait la nature des mesures qu'il conviendrait de prendre pour réduire le ralentissement dans les courbes sans inconvénient pour la sécurité. Il lui semble donc qu'il faudrait remettre la

question à l'étude pour la prochaine session du Congrès. Cet avis a été adopté. Quant aux conclusions énoncées par M. Findlay et dans lesquelles cet ingénieur constatait qu'en Angleterre on cherchait plutôt à augmenter le rayon des courbes des lignes principales pour pouvoir y circuler à grande vitesse qu'à établir des règles strictes pour réduire la vitesse sur ces points, la section a reconnu que cette pratique était rationnelle et qu'il y avait lieu de la recommander; mais sur la proposition de MM. de Pogrébinsky, ingénieur des chemins de fer Sud-Ouest russes, et Jules Michel, on a modifié légèrement la rédaction du rapporteur de manière à donner à l'énoncé un caractère moins absolu.

Conclusions. — Les conclusions ont été votées par la Section dans les termes suivants qui ont été acceptés sans discussion en séance plénière :

« 1) Il convient autant que possible de modifier les « courbes de faible rayon des lignes principales, de « manière à permettre d'y réaliser de grandes vitesses, « plutôt que d'émettre des règles strictes pour réduire « les vitesses au passage des courbes de faible rayon.

« 2) En outre, le Congrès prend acte des renseigne-« ments très intéressants fournis par le rapporteur; elle « émet le vœu que la question, dont le texte a été légè-« rement modifié par le rapporteur, soit remise au pro-« gramme de la prochaine session du Congrès avec sa « rédaction première, et comprenne, parmi les points « dangereux cités, les pentes de grande longueur. »

QUESTION VII

Contrôle de la vitesse des trains.

Recherche des meilleurs moyens de contrôle de la vitesse des trains.

Exposé. — En l'absence du rapporteur M. Silvola, ingénieur chef de section principal du service de la traction

de la société italienne des chemins de fer de la Méditerranée, M. Bruneel a lu l'exposé de la question.

Les appareils destinés à contrôler la vitesse des trains peuvent être placés dans les trains ou sur la ligne. Les uns enregistrent sur une bande de papier ou sur un disque des signes dont on peut conclure la marche du train ; d'autres portent un index mobile sur une ligne graduée qui fait connaître la vitesse par une simple lecture ; M. Silvola appelle les premiers enregistreurs, les seconds indicateurs.

La note donne la description d'une série d'appareils dont quelques-uns sont assez connus pour qu'il suffise de les citer.

I. **Appareils placés sur les véhicules.** — L'appareil enregistreur Guebhard est composé d'une plume dont les oscillations causées par le mouvement du train s'inscrivent sur un cylindre tournant d'un mouvement uniforme. Il donne l'indication des temps de marche et d'arrêt du train ; on n'a qu'à le poser sur la machine ou dans le wagon dont on veut contrôler la marche.

L'indicateur Stroudley fait monter un liquide dans un tube gradué par l'action d'une roue à ailette dont la vitesse est proportionnelle à celle de la machine. La hauteur du liquide dépend de la vitesse, et l'appareil est gradué expérimentalement. Il est fixé sur le véhicule.

Le chronotachymètre Pouget enregistre le temps et le nombre des tours de roue du véhicule. Ces indications permettent de calculer la vitesse.

L'appareil de Haushälter est non seulement enregistreur, mais encore indicateur ; un cylindre s'élève proportionnellement à la vitesse du véhicule et retombe toutes les douze secondes. La hauteur à laquelle il parvient donne par conséquent la vitesse moyenne au moment considéré. Cet appareil est à l'essai en Hongrie.

L'appareil Petri et Siemens et Halske est fondé sur un

principe analogue ; il est également enregistreur et indicateur ; quand la vitesse dépasse un maximum déterminé, une sonnerie d'alarme avertit le mécanicien.

Le chronotachymètre Paris-Lyon-Méditerranée a de nombreux points de ressemblance avec celui de Pouget, mais il est plus perfectionné.

Le pendule d'inertie de M. Desdouits est enregistreur ; ce pendule s'écarte de sa position d'équilibre quand la vitesse change. Le diagramme tracé sur une bande de papier animée d'un mouvement de translation uniforme fait connaître la valeur de l'accélération à chaque instant.

Le chronotachygraphe Ferrero est enregistreur ; un crayon trace une sinusoïde sur une bande de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme ; chaque période de la sinusoïde correspond à un kilomètre.

Le tachymètre Pennati est enregistreur.

L'appareil Graftio (Victor Salemann) se compose d'un régulateur à force centrifuge dont la vitesse est proportionnelle à celle du train ; une spirale d'Archimède est reliée aux boules dont elle suit le déplacement vertical et cette spirale actionne un crayon qui trace une courbe sur une zone d'un disque ; un autre stylet enregistre le temps sur le même disque dans une autre zone. L'appareil n'est qu'enregistreur, il est employé en Russie.

L'appareil Klose a été expérimenté en Italie ; il utilise les déplacements qu'imprime à un disque la force centrifuge développée par un mouvement de rotation dont la vitesse est proportionnelle à celle du train.

II. **Appareils placés sur la voie.** — L'appareil portatif de M. Sabouret donne le temps qu'un train met à parcourir l'intervalle de deux pédales. Le temps est mesuré par les vibrations d'un diapason enregistrées sur un cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal.

Le sablier au mercure Bourguion laisse écouler le mercure pendant le temps que le train met à franchir l'inter-

valle de deux pédales. La quantité de mercure écoulée est mesurée par la hauteur que ce liquide occupe dans un tube faisant partie de l'appareil et gradué expérimentalement.

Le dromoscope Le Boulengé, employé en France et en Belgique, est formé d'un disque qui est placé à côté de la voie et qui tourne pendant le temps que le train met à parcourir une longueur déterminée ; une graduation tracée sur le disque indique la vitesse du train d'après l'angle dont le disque a tourné.

Le dromopétard Le Boulengé est un pendule qui est écarté de sa position d'équilibre ; le train en passant sur une pédale rend le pendule libre ; à l'extrémité de sa course le pendule déclenche un système qui déplace un pétard placé un peu plus loin au-dessus du rail Si le train marche trop vite le pendule n'a pas accompli son oscillation quand le train arrive au point où est le pétard, et celui-ci est écrasé.

L'appareil enregistreur électrique Sabouret se compose d'un cylindre sur lequel un style trace suivant une ligne différant peu d'une génératrice un trait dont la longueur est proportionnelle au temps mis par le train à parcourir une longueur déterminée.

L'appareil fixe du chemin de fer de l'État, en France, trace sur une bande animée d'un mouvement uniforme un trait pendant le parcours par le train d'une longueur connue.

Citons encore l'appareil fixe des chemins de fer Hollandais, l'appareil de contact de M. Schellens, usité sur les chemins de fer de la Méditerranée (Italie), l'appareil enregistreur de Siemens et Halske dans lequel les traits sur la bande de papier sont remplacés par des entailles. Les pédales de l'appareil Siemens sont établies soit à côté du rail, soit au-dessous de lui ; dans ce dernier cas, elles sont à mercure.

M. Silvola conclut que presque tous les appareils à installer sur la voie donnent des résultats satisfaisants. Pour les appareils des trains, celui qui ferait connaître la vitesse, le temps, l'espace parcouru et le sens de la marche, pourrait être accepté d'une manière générale s'il était simple et pas trop coûteux ; mais on n'a pas encore trouvé cet appareil parfait.

Conclusions. — Après l'exposé fait par M. Bruneel, personne n'ayant demandé la parole, les conclusions suivantes ont été soumises à la section et adoptées par elle, puis par le Congrès en séance plénière.

« Les sections constatent que la plupart des appareils « de contrôle de la vitesse des trains répondent au but « spécial pour lequel ils ont été créés.

« Le choix à faire est une question d'espèce et dépend « essentiellement du but à atteindre ».

QUESTION VIII^A

Renseignements techniques de la 1re section.

Coordination des renseignements techniques à recueillir conformément aux formulaires adoptés par le Congrès sur les bris des rails et l'usure des rails d'acier. [Formulaires I et II] Bris des rails; usure normale et usure anormale des rails d'acier.

Exposé. — L'exposé a été fait par MM. Bricka, ingénieur en chef de la voie et des bâtiments des chemins de fer de l'État français, professeur du cours de chemins de fer à l'École des ponts et chaussées, et de Busschère, ingénieur en chef, chef de service aux chemins de fer de l'État belge.

MM. Bricka et de Busschère ont coordonné les renseignements techniques qui leur ont été adressés par dix-sept administrations, de manière à en présenter le résumé sous la forme des tableaux arrêtés dans la précédente session.

MM. les rapporteurs déclarent qu'il ne leur a pas été possible de déduire de ces données les relations qui peuvent exister entre les types de rails et leur résistance à l'usure régulière ou aux ruptures accidentelles, dans les conditions diverses de trafic et de superstructure des voies. Ils estiment donc que la question doit rester à l'étude ; ils rappellent d'ailleurs les principales recherches qui ont été publiées sur ce sujet et dont nous indiquerons les principales.

M. Coüard a été conduit par les résultats de ses expériences à admettre que l'usure des rails est proportionnelle à la vitesse et au tonnage moyens des trains, aux déclivités et à la flexion des rails entre leurs points d'appui. Les ruptures accidentelles augmenteraient avec la vitesse, le tonnage, la flexion du rail et l'abaissement de la température ; elles croîtraient proportionnellement au carré du nombre des trains ayant circulé sur les rails ; enfin l'acier dur devrait être préféré à l'acier doux.

A la compagnie de l'Ouest et à celle d'Orléans, les avaries ne varient pas avec le nombre des trains suivant la loi donnée par M. Coüard.

M. le conseiller privé des mines Wedding a étudié la structure des rails ; il l'a trouvée grenue, formée de très petits cristaux dans les rails légers, pâteuse dans les rails très lourds.

M. Ribarz, inspecteur de la voie du chemin de fer Nord-Ouest Autrichien, a soutenu la supériorité de l'acier Bessemer sur l'acier Thomas.

M. le conseiller d'État von Stockert a déduit des documents statistiques réunis par lui que le nombre de tonnes qui ont passé sur les rails étant pris pour abscisse et le pourcentage des rails avariés pour ordonnées, la relation entre ces deux quantités représente une ellipse tangente à l'axe des x à l'origine des coordonnées, où se trouve le sommet de son petit axe. Suivant le type de

rail, la charge correspondant à la suppression de tous les rails varierait de 251 à 210 millions de tonnes. En admettant une circulation de 4,5 millions de tonnes par an et une usure correspondante de $0^{mm},1$, M. von Stockert arrive, comme M. Coüard, à cette conséquence que les rails d'acier seront mis hors d'usage par avaries et non par usure.

MM. les rapporteurs concluent qu'il faut encore réunir de nombreux renseignements pour élucider la question et ils proposent de compléter les formulaires par deux nouvelles indications en vue de faire connaître si les rails sont posés en simple ou en double voie et quelle est leur longueur.

Nous devons citer trois notes très intéressantes, qui font suite au rapport et qui ont été fournies par l'administration des chemins de fer de l'Etat belge, par celle du chemin de fer du Gothard et par les chemins de fer de l'Est français.

Discussion. — Quelques observations ont été échangées en section, notamment au sujet de la tendance qui existerait actuellement dans le sens d'une augmentation du poids des rails. La proposition de mentionner cette tendance dans la résolution à prendre, a été admise.

Conclusions. — Les conclusions des rapporteurs ainsi complétées ont été votées par la section, puis en séance plénière.

« Le Congrès estime qu'en présence de la tendance « générale à augmenter partout le poids des rails et des « progrès de la fabrication, il est nécessaire de pour- « suivre l'étude de l'usure normale et des bris des rails, « et propose en conséquence au Congrès de décider que « la question sera de nouveau portée à l'ordre du jour de « la cinquième session. »

QUESTION VIII^{B}

Renseignements techniques de la 1re section.

Coordination des renseignements techniques à recueillir conformément aux formulaires adoptés par le Congrès sur l'entretien courant des traverses métalliques. [Formulaire III] Entretien courant comparé des traverses métalliques et des traverses en bois.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Kowalski, ingénieur en chef du service central de l'exploitation du chemin de fer de Bône-Guelma.

Vingt-huit administrations ont répondu au questionnaire ; les renseignements qu'elles ont fournis ont été groupés dans un tableau synoptique ; mais les notes des compagnies de l'Est français, du Grand-Central belge, des chemins de fer de l'État néerlandais, du Jura Simplon et de Dakar à Saint-Louis ont été reproduites *in extenso* à la suite du rapport.

M. Bricka déduit, de l'ensemble des données statistiques qu'il a recueillies, une moyenne de 455 francs pour l'entretien des voies à traverses en bois pendant un an et de 314 francs pour celui des voies à traverses métalliques. Il reconnaît d'ailleurs que les prix varient dans de très larges limites d'une compagnie à l'autre et pour une même compagnie. Il estime néanmoins que l'avantage est à la traverse métallique, et il cite à l'appui de son opinion les résultats obtenus sur la ligne de Chartres à Brou pendant trois ans, sur les chemins algériens de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et sur le chemin de fer de Bône-Guelma. M. Bricka ne fait pas entrer en ligne de compte certains chiffres qui correspondraient à des anomalies ; on ne paraît pas avoir pris les mêmes précautions pour le cas des traverses en bois.

La compagnie du Grand-Central belge donne une dépense d'entretien de 62f,50 par kilomètre et par an ; elle

explique ce fait en disant que le bourrage et le dressage de la voie métallique se sont parfaitement maintenus et qu'il n'y a eu pendant quatre ans aucun remplacement à faire.

M. Bricka conclut que la traverse métallique, quand elle est placée dans des conditions d'emploi rationnelles, produit une économie dans la dépense d'entretien courant.

Discussion. — M. Rœderer, directeur des chemins de fer de Ceinture de Paris, déclare qu'il a été obligé sur les lignes algériennes de renforcer les traverses et d'en porter le poids à 60 et 65 kilogrammes, quand le trafic et la vitesse des trains sont devenus plus grands. Dans ces conditions, les traverses métalliques reviennent peut être plus cher que les autres. En tous cas, il estime que les traverses en fer doivent être réservées pour les lignes à petit trafic.

M. Bricka répond qu'aux chemins de fer de l'État français on a obtenu d'excellents résultats avec des traverses de 56 à 58 kilogrammes sur des voies parcourues par des machines chargées de 12 à 14 tonnes par essieu et marchant à des vitesses de 60, 70 et 80 kilomètres. Il fait remarquer que les traverses en bois s'altèrent beaucoup plus rapidement par l'action des intempéries, de sorte qu'elles ne conviennent pas sur les lignes à faible trafic où l'usure due au passage des trains est faible ; les insuccès des traverses métalliques tiennent à l'insuffisance des précautions prises dans le perçage des trous ; les poinçons doivent être souvent renouvelés, si l'on veut éviter les angles vifs ; les trous destinés aux attaches des deux files de rails, s'ils ne sont pas exactement repérés, donnent lieu à des mouvements de lacet très préjudiciables à la voie.

M. Bricka déclare enfin qu'il a trouvé une économie no-

table avec les traverses métalliques. Le personnel chargé de l'entretien et surtout celui des auxiliaires a pu être sensiblement réduit.

M. Von Boschan a constaté que sur une grande ligne à deux voies, dont une voie était établie avec des traverses en bois, la dépense d'entretien s'est élevée à 90 florins par kilomètre sur la première voie et à 130 florins sur la seconde.

M. Bruneel rappelle l'expérience tentée sur la ligne de Bruxelles à Anvers. Les résultats donnés par les traverses métalliques ont été absolument défavorables.

Après cette discussion, la section a adopté la conclusion suivante :

« Des renseignements présentés à la section il ressort « que la traverse métallique, quand elle est placée dans « des conditions d'emploi rationnelles, produit une éco- « nomie dans la dépense de main-d'œuvre d'entretien ».

La section a été d'avis de proposer en outre au Congrès d'insister auprès de toutes les compagnies pour qu'elles veuillent bien continuer des expériences de nature à préciser davantage, si c'est possible, l'importance des économies qui peuvent être réalisées par l'emploi des traverses métalliques et les meilleures conditions pour obtenir ces économies.

En séance plénière, M. Heurteau a demandé que l'on modifiât la dernière partie de ces conclusions dans un sens moins impératif. Il a aussi émis l'avis que l'on ne devrait pas affirmer aussi catégoriquement l'économie que peut procurer l'emploi des traverses métalliques.

Conclusions. — Le texte des conclusions de la section a été modifié dans le sens indiqué par M. Heurteau, et la résolution suivante a été définitivement adoptée par le Congrès.

« Des renseignements présentés il ressort que la tra-

« verse métallique, quand elle est placée dans des con-
« ditions d'emploi rationnelles, peut produire une éco-
« nomie dans la dépense de main-d'œuvre d'entretien.

« Il y a donc intérêt à continuer de recueillir les « résultats donnés par l'emploi des traverses métal-
« liques ».

QUESTION VIII C

Renseignements techniques de la 1re section.

Formation d'un formulaire de renseignements techniques à recueillir en vue d'une nouvelle session du Congrès sur les traverses en bois. Durée des traverses en bois des différentes essences non injectées ou injectées d'après les divers procédés.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Herzenstein, ingénieur des voies de communication de Russie, vice-président de la commission pour l'étude de la conservation des bois en Russie, ingénieur en chef de la construction du chemin de fer Odessa-Ovidiopol.

M. Herzenstein expose qu'il a adressé aux administrations de chemins de fer un formulaire dont voici les principales divisions :

I. Débit et transport des traverses (12 questions).

II. Conservation des traverses (injection, immersion, carbonisation, etc.) (13 questions).

III. Propriétés des bois de traverses (blanches et préparées) (9 questions).

IV. Conditions dans lesquelles les traverses ont été placées (22 questions).

V. Conclusions (6 questions).

VI. Annexes (échantillons, cahiers des charges, descriptions, expériences, prix de revient, statistique, etc.) (12 questions).

Trente administrations ont répondu à cet appel, et M. Herzenstein, pour faciliter les comparaisons, a groupé ensemble toutes les réponses se rapportant à un même

article du questionnaire. Il est impossible de résumer ce travail; nous nous contenterons de dire quelques mots des conclusions sur lesquelles un assez grand nombre de compagnies paraissent d'accord.

1° Détériorations constatées dans les traverses vierges ou préparées, causes de leurs mises hors de service. — Les traverses préparées périssent par usure ou par effets dynamiques, les traverses non préparées périssent par pourriture.

2° Durée des traverses de différentes espèces, préparées, sur les voies principales. — Conclusions très différentes suivant les compagnies.

3° Durée des traverses dans les voies de garage. — Conclusions très différentes.

4° Types de traverses les plus avantageux au point de vue de la durée. — Conclusions très différentes.

5° Mesures avantageuses pour augmenter la résistance des traverses à l'usure mécanique. — Emploi de selles métalliques.

6° Procédés de conservation le plus avantageux au point de vue de la durée des traverses. — Créosotage.

M. Herzenstein a reçu un grand nombre d'échantillons de bois qu'il a soumis à des expériences avec le concours de M. Béléloubsky, directeur du laboratoire mécanique annexé à l'Institut des ingénieurs de voies de communication de Russie. Ces essais ont eu pour but de déterminer dans des conditions identiques les charges qui produisent la rupture, la déformation, une certaine réduction de la hauteur et enfin l'expression de la substance antiseptique, de la résine ou de la sève. Les résultats des essais effectués sur plusieurs centaines d'échantillons avant la réunion du Congrès sont donnés par M. Herzenstein.

Discussion. — Le formulaire préparé par M. Herzens-

tein a été soumis à la section article par article. Nous ne croyons pas devoir reproduire, même sommairement, les observations présentées par le rapporteur sur diverses questions dans le but d'indiquer leur portée ou de montrer l'utilité particulière qu'elles pouvaient avoir. La discussion s'est engagée principalement sur les coefficients de résistance des bois à déterminer expérimentalement pour les différents modes (cisaillement, compression, etc., etc.).

M. von Leber et M. Béléloubsky estimaient qu'il conviendrait de ne pas multiplier le nombre des questions.

Conclusions. — Les conclusions de M. Herzenstein ont été finalement adoptées par la section et en séance plénière; par suite le Congrès à émis l'avis suivant :

« Le Congrès est d'avis qu'il y aurait lieu d'adopter le « formulaire ci-après pour les renseignements techniques « à recueillir sur les traverses en bois en vue de la « cinquième session du Congrès : »

I. *Débit et transport des traverses* (*).

« 1) Essences et catégories des bois employés pour « les traverses?

« 2) Provenance des bois?

« 3) Époque (date) d'abatage préférable?

« 4) Age des bois abattus?

« 5) Temps maximum entre la coupe des bois et leur « débit en traverses?

« 6) Empilage des bois coupés ou des traverses dé- « bitées dans la forêt (avec ou sans écorce)? Durée « maximum de cette période?

« 7) Transport des traverses par eau (à flot ou en « barque) ou par voie de terre?

« 8) Empilage des traverses vierges (non préparées

(*) Indiquer l'influence de ces différentes conditions sur la durée du service.

« aux ateliers d'injection (de préparation) ou sur la ligne?
« Durée moyenne?

« 9) Type, dimensions et poids des traverses de diffé-
« rentes essences pour voies de diverses valeurs?

« 10) Préparation mécanique des traverses : affran-
« chissement des extrémités, sabotage, perçage et gou-
« dronnage des entailles?

« 11) Quantité des traverses posées sur ligne et par
« kilomètre? Longueur des voies?

« 12) Quantité par essences de traverses vierges et
« injectées employées pour l'entretien annuel des voies
« de différente importance (voies principales, de ga-
« rage, etc.)? »

II. *Conservation des traverses* (*injection*, *immersion*, *carbonisation*, *etc.*).

(Indiquer l'influence de ces différentes conditions sur la durée du service.)

« 1) Substance antiseptique employée?

« 2) Procédé de conservation (mode d'introduction de
« la substance antiseptique dans la traverse)?

« 3) Durée d'opérations diverses de la préparation et
« leur influence sur le service et la durée des traverses?

« 4) Composition chimique des substances antisepti-
« ques?

« 5) Concentration des dissolutions des sels métalli-
« ques à introduire dans les traverses?

« 6) Quantité d'antiseptique absorbé par les traverses
« de diverses essences?

« 7) Influence de la température de l'antiseptique sur
« la marche et l'efficacité de la préparation des tra-
« verses?

« 8) Dessiccation naturelle ou artificielle des tra-
« verses?

« 9) Influence de l'âge du bois des traverses sur la
« marche et l'efficacité de la conservation?

« 10) Influence de l'époque d'abatage des bois sur le « mode et l'efficacité de la conservation?

« 11) Influence du mode de transport et d'empilage « des taverses blanches sur leur préparation?

« 12) Mode d'empilage des traverses préparées?

« 13) Temps minimum entre la préparation des tra- « verses et leur mise en œuvre ? »

III. *Propriétés des bois de traverses (blanches et préparées).*

(Indiquer l'influence de ces différentes conditions sur la durée du service.)

« 1) Densité et poids spécifique (données moyennes)?

« 2) Poids d'un décimètre cube?

« 3) Hygroscopicité ?

« 4) Inflammabilité ?

« 5) Gélivité?

« 6) Élasticité ?

« 7) Fendilité (indiquer les mesures pour la combat- « tre) ?

« 8) Coefficients de résistance (en kilogrammes par « centimètre carré), compression, traction, torsion, ci- « saillement, foncement, frottement, etc. ?

« 9) Maladies et tares des bois de traverses ? »

IV. *Conditions dans lesquelles les traverses ont été placées.*

(Indiquer l'influence de ces différentes conditions sur la durée du service.)

« 1) Nature du sous-sol; degré d'humidité ou de « siccité ?

« 2) Profil de la ligne et son influence sur la durée des « traverses (remblais, tranchées et tunnels), âge et nature « des terrassements?

« 3) Travaux d'assainissement (drains, pierrées, etc.) ?

« 4) Alignements droits et courbes (rayon)?

« 5) Déclivité de la ligne (rampes, paliers et pentes)?

« 6) Largeur de la voie (élargissements et surhausse-
« ments)?

« 7) Nature et épaisseur du ballast?

« 8) Bourrage des traverses?

« 9) Espacement des traverses de contre-joint et inter-
« médiaires?

« 10) Type et poids des rails?

« 11) Joints en porte-à-faux ou portés (croisés ou
« d'équerre)?

« 12) Éclissage de rails?

« 13) Mesures pour empêcher le déplacement latéral
« des joints?

« 14) Fixation des rails sur les traverses, crampons
« ou tire-fond (type, quantités par traverse et dimen-
« sions)?

« 15) Selles en fer (acier) ou en feutre goudronné entre
« la semelle des rails ou les coussinets et les tra-
« verses?

« 16) Valeur de la surface d'appui des rails de diffé-
« rents types sur les traverses?

« 17) Résistance des traverses de diverses essences à
« l'arrachement des tire-fonds ou des crampons?

« 18) Résistance des traverses en bois à la désorgani-
« sation de la voie pour différents types de pose? Moyen
« d'enregistrer la valeur de cette désorganisation et
« mesures pour la combattre?

« 19) Conditions climatériques des pluies, de la neige,
« de la gelée, du dégel et des grandes chaleurs?

« 20) Poids et empatements des locomotives?

« 21) Nombre, vitesse et tonnage des trains?

« 22) Nature du trafic? »

V. *Conclusions.*

« 1) Détériorations constatées dans les traverses vier-
« ges ou préparées, causes de leur mise hors de service
« (pour cent de traverses posées)?

« 2) Durée des traverses de différentes essences pré-
« parées ou vierges dans des voies principales de divers
« trafics?

« 3) Durée des traverses dans des voies de garage?

« 4) Type de traverses le plus avantageux au point de vue de leur durée?

« 5) Mesures avantageuses pour augmenter la résis-
« tance des traverses à l'usure mécanique?

« 6) Procédé de conservation le plus avantageux au
« point de vue de la durée des traverses? »

VI. *Annexes.*

« 1) Échantillons de traverses de différentes essences
« de bois, vierges et préparées, neuves et ayant servi
« un certain nombre d'années, malades et tarées?

« *Remarque.* — Chaque échantillon sera de $0^{m},40$ de
« longueur et conservera partout la section transversale
« de la traverse.

« 2) Échantillons de substances antiseptiques (1/2 li-
« tre)?

« 3) Cahiers des charges pour la fourniture de tra-
« verses de différentes essences?

« 4) Cahiers des charges pour la fourniture des sub-
« stances antiseptiques?

« 5) Carnets de réception des traverses?

« 6) Descriptions, dessins, tables et mémoires con-
« cernant les chantiers pour la préparation mécanique
« et les ateliers pour la conservation des traverses?

« 7) Cahiers de charges et instructions pour toutes

« sortes de manipulations concernant les traverses, telles « que : leur préparation, conservation, empilage, pose, « service, etc. ?

« 8) Expériences et études concernant les traverses?

« 9) Prix de revient des traverses et de la préparation « mécanique (bois pour traverses, débit, transport, sabo- « tage, perçage, etc.)?

« 10) Prix de revient de la conservation des traverses « (substance antiseptique, main-d'œuvre, administration, « amortissement des frais d'installation, etc.)?

« 11) Frais d'installation d'ateliers de conservation « de traverses et de chantiers de préparation mécanique?

« 12) Statistique du service de traverses (tables, « épures, etc.)? »

(*La suite à la prochaine livraison.*)

BULLETIN.

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE

GUYANE ANGLAISE.

Ordonnance sur les mines de 1887, et règlement minier de 1892 pour l'exploitation dans les terrains de la Couronne.

Les principes fondamentaux sur la législation des mines dans la Guyane anglaise ont été posés par une ordonnance locale du 29 mars 1887. Elle distingue les terrains de la Couronne des propriétés privées. Pour les premiers le gouverneur a le droit d'accorder des concessions ou des permissions pour rechercher et exploiter toutes les substances minérales sous ces conditions fondamentales :

Aucune concession ne peut avoir plus de 500 acres (400 hectares); elle devient caduque si l'exploitation n'est pas menée avec une activité suffisante; l'exploitant sera soumis à tous les règlements qui seront faits sur la matière; il devra payer, à peine de déchéance, les redevances qui pourront être imposées; le gouvernement se réserve le droit d'établir, au travers de la concession, sans indemnité pour le concessionnaire, tous travaux publics qu'il juge utiles, comme aussi d'autoriser des tiers à y construire des conduites d'eau (art. 2).

Pour les terrains de propriété privée, l'ordonnance se borne (art. 4) à poser le principe du droit du gouverneur de donner des concessions ou permissions pour la recherche et l'exploitation des mines sous l'empire des règlements édictés pour ce but, et notamment, suivant l'article 6, 4°, pour le règlement des indemnités dues aux propriétaires desdits terrains.

A la suite de cette ordonnance organique a été rendu, à la date du 27 avril 1892, un règlement, en 193 articles (*), dont le

(*) Certains de ces articles, comme l'article 142 sur la police des mines.

développement exageré contraste avec la concision des 9 articles de l'ordonnance de 1887.

Le règlement de 1892 traite, avec ce luxe de détails que ne déteste pas la législation anglaise, de tous les sujets qui peuvent se rattacher à l'industrie extractive. On en jugera par le sommaire ci-dessous des neuf parties (*) entre lesquelles se répartissent les matières, suivant un ordre qui pourrait être parfois plus méthodique.

Partie I (art. 4-42) : Recherche, occupation et concession des claims ;
— II (art. 43-54) : Réunion, achat et transfert des claims ;
— III (art. 55-81) : Droits sur les eaux, plans et exploitation des claims ;
— IV (art. 82-110) : Des ouvriers occupés dans les champs aurifères ; des salaires et des registres ;
— V (art. 111-125) : Transport de l'or hors des lieux de production ; de sa conservation ; de sa vente et de son achat ;
— VI (art. 126-136) : Règles sanitaires ;
— VII (art. 137-149) : Police des mines ;
— VIII (art. 150-170) : Jugement des contestations ;
— IX (art. 171-193) : Divers (des Indiens aborigènes ; des pénalités ; des agents du gouvernement).

Ce sommaire montre tout d'abord qu'une partie de la loi est spéciale à l'exploitation et au commerce de l'or ; laissant de côté les règles qui n'intéressent que le commerce des métaux précieux et la police de ce commerce, les seules particularités sur l'or qui soient à relever au point de vue technique concernent les claims de placers qui ne peuvent être constitués que pour l'exploitation de cette substance. En dehors de ce point, le règlement ne fait pas de distinctions entre les substances minérales à raison de leur nature (**).

A un autre point de vue, le sommaire précédent montre que le règlement comprend et traite avec un égal détail tous les objets qui se rattachent à la législation minérale, aussi bien l'institution du droit d'exploiter que la police des exploitations.

Nous examinerons tout d'abord l'ensemble du règlement en le résumant méthodiquement dans l'ordre habituel, et en le prenant en tant que reglement minier général ; nous indiquerons ulté

---

avec ses 25 paragraphes, correspondent à eux seuls à tout un de nos règlements.

(*) Il y a, en outre, un préambule, formé par trois articles, qui, suivant l'usage anglais, définissent juridiquement les mots employés dans le texte.

(**) Il s'applique à toutes les substances minérales utilisables, *valuable minerals*, à l'exception des pierres précieuses.

rieurement à part les particularités relatives à l'exploitation des placers aurifères.

Il importe auparavant de faire une double remarque importante. Le règlement en question, analogue aux actes de cette nature de l'Australasie ainsi qu'aux lois fédérales sur les *public lands* de l'Amérique du Nord, ne s'applique qu'aux gîtes situés dans les *crown lands* ou terrains vacants dépendant encore de la Couronne. Pour ces terrains et ces gîtes il forme le droit commun en vertu et sous l'application duquel tout particulier peut acquérir le droit d'exploiter les substances minérales et jouir de ce droit. Mais le gouvernement peut, en outre, ainsi que le rappelle l'article 6 du règlement, concéder arbitrairement le droit d'exploiter sur des étendues plus considérables que celles des *claims* normaux dont nous allons parler, sans dépasser toutefois l'étendue fixée dans l'ordonnance organique de 1887 ; ces concessions sont consenties sous telles conditions spéciales qu'il plaît au gouvernement de stipuler à quelque rapport que ce soit ; elles sont données, en un mot, dans la plénitude du pouvoir contractuel.

D'autre part, suivant le principe fondamental du droit anglais, qui lie toujours intimement la mine au sol, le droit d'exploiter la mine ou le sous-sol, dans une concession spéciale, ou dans un *claim* normal, sous les conditions qu'on va dire, confère aussi le droit de jouir de la surface comprise dans l'étendue dudit *claim* (art. 4). D'où résulte, tout d'abord, que le règlement ne fait pas et n'a pas besoin de faire de distinctions entre les substances minérales, soit pour spécifier celles soumises exclusivement à ses dispositions, comme sont obligées de le dire toutes les autres législations minérales, soit pour conférer le droit d'exploiter dans une zone déterminée par substance distincte et nommément indiquée suivant le système des droits français et allemand (*).

Pour bien saisir l'esprit de ce règlement il ne faut pas oublier d'ailleurs que nous sommes ici sous l'empire du droit anglais, avec son mode si spécial de concevoir la propriété foncière, dans un système qui n'a, on le sait, au moins dans la forme et l'apparence, aucun rapport avec l'idée de propriété quiritaire que nous tenons du droit romain (**).

(*) Ce que nous disons de l'union légale du sous-sol et du sol ne s'applique pas aux exploitations de placers aurifères.

(**) Voir L. Aguillon, *Législation des mines*, t. III.

Recherche et institution du droit d'exploiter. — Nul ne peut se livrer à des recherches ou ne peut obtenir le droit d'exploiter dans un *claim* sans être titulaire d'un permis qui est délivré par l'administration, pour une durée d'un an (*), moyennant le payement par avance d'une taxe mensuelle de 2f,50 ; à défaut de la payer le permis est sans valeur (art. 8 à 11).

Le titulaire d'un pareil terrain peut, à son choix, soit entreprendre des recherches par puits ou galeries, soit s'assurer la possession immédiate d'un *claim* par voie de priorité d'occupation.

Lorsque l'on veut entreprendre des travaux de recherche avant d'occuper un *claim*, l'article 15 réserve à l'explorateur, contre toute recherche ou occupation à quelque titre que ce soit, en terrain encore libre, une zone de 750 pieds (228m,65) autour de l'orifice du puits ou de la galerie.

S'il le préfère, le titulaire d'un permis peut, en terrain libre ou non occupé par un tiers, par simple priorité d'occupation, prendre possession d'un *claim* et acquérir immédiatement les droits que confère cette possession.

Un *claim* a la forme d'un parallélogramme dont les longs côtés sont parallèles au gîte, ou toute autre forme que l'étendue de terrain libre permet, sans qu'en aucun cas le *claim* puisse avoir plus de 1.500 pieds de longueur sur 500 pieds de large (457m,30 × 152m,4 = 6hect,86ares) (art. 17 et 18).

La priorité de l'occupation d'où dérive la possession résulte de la priorité de la plantation de bornes réglementaires (**) aux quatre coins du parallélogramme, en présence de deux témoins (art. 24-25).

Dans les deux mois, déclaration détaillée de l'occupation doit être présentée à l'administration (art. 28-30).

Publication en est faite par quatre insertions hebdomadaires dans le *Journal officiel* de la colonie (art. 32). Les oppositions doivent avoir été formulées durant la durée de l'enquête précitée (art. 33).

Le titre (***) est délivré au demandeur s'il n'y a pas d'opposition,

---

(*) Le règlement ne dit pas expressément si le permis est renouvelable ; rien n'empêche de l'admettre.

(**) L'article 25 spécifie la forme et les dimensions des bornes et donne le détail des inscriptions indicatives à placer sur chaque borne, en rappelant (art. 26) que les inscriptions, pour être valables, ne doivent pas pouvoir être détruites par la pluie.

(***) Le titre, dont le modèle forme l'annexe n° 7 de l'ordonnance, se borne à donner le nom du titulaire et la désignation du *claim*.

ou, en cas d'opposition, à celui qui établit avoir été le premier occupant.

La loi stipule expressément (art. 37), — ce qui concorde d'ailleurs avec l'esprit de l'ordonnance organique de 1887 — que le gouverneur reste toujours libre de refuser l'octroi d'un *claim;* ce n'est donc pas un droit, avec la force de ce terme, que confère la priorité de l'occupation, comme dans les législations espagnoles ou allemandes fondées sur le système de l'occupation; dans le système de la Guyane anglaise, le droit est bien opposable aux tiers, mais non au gouvernement.

Tant qu'il n'a pas été statué sur l'octroi ou le rejet du *claim* demandé, l'occupant reste en possession provisoire et peut jouir du *claim* comme s'il lui avait été accordé (art. 34).

On ne peut, par la voie de l'occupation, acquérir, par personne, qu'un *claim*, dans chacun des cinq districts (*) de la colonie (art. 13); mais on en peut réunir autant qu'on veut par achat ou transfert (art. 51).

Droits conférés par la possession d'un claim. — La possession d'un *claim* donne simultanément le droit de jouissance sur la surface comprise dans son périmètre et le droit d'exploiter indéfiniment, en profondeur, toutes substances minérales comprises entre les plans verticaux passant par le périmètre.

Le droit à la surface est grevé en faveur de tout tiers d'un droit de passage (art. 7), sans préjudice des droits pour conduite d'eau et pour travaux publics spécifiés dans l'ordonnance de 1887.

En outre de la jouissance de la superficie comprise dans les limites du *claim*, l'exploitant peut obtenir, en dehors, les terrains qui ne seraient pas utilisables par des tiers pour l'exploitation souterraine et qui lui seraient nécessaires pour établir des habitations, usines, magasins, dans les limites respectives de 1 acre, 5 acres, 1/2 acre (0,40 hectare — 2 hectares — 0,20 hectare) pour chacun de ces trois objets (art. 42).

La propriété d'un *claim*, peut être librement vendue ou transférée à qui que ce soit moyennant que l'administration, qui doit

---

(*) Les cinq districts sont ainsi délimités par l'article 2 :
1° De la rivière Corentyne (rive gauche) à la rivière Demerara ;
2° Les rivières Demerara et Essequebo, avec leurs tributaires ;
3° Le bassin du Mazeruni jusqu'à la rive droite du Cuyuni ;
4° Le bassin du Cuyuni ;
5° La rivière Pomeroon et tous les cours d'eau au nord de la rive gauche du Cuyuni.

en être informée, l'approuve comme transaction faite de bonne foi (art 51-52).

Plusieurs *claims* limitrophes peuvent, avec l'autorisation de l'administration, être réunis pour être possédés par une seule personne ou association, et, dans ce cas, lorsque les *claims* réunis portent sur le même gîte, l'observation des règles du travail obligatoire pour un seul d'entre eux dispense de leur application pour les autres (art. 43-46). Les associés dans la possession d'une réunion de *claims* autorisée reprennent individuellement la faculté d'approprier un nouveau *claim* par la voie normale de la priorité d'occupation (art. 48).

Le droit d'exploitation ou plus exactement le droit de possession d'un *claim* dure tant qu'on n a pas encouru la déchéance soit pour défaut de payement des redevances annuelles, soit pour inexploitation, soit pour inobservation des règlements.

Dans ces trois cas, la déchéance qui est prononcée comme il sera dit ci-dessous, est pure et simple, en ce sens que le terrain du *claim* retiré devient libre de tous droits au regard de l'exploitant déchu et peut être à nouveau approprié par un tiers suivant la voie ordinaire de l'occupation.

Le droit de l'exploitant n'est donc, au fond, qu'un droit de possession ou de jouissance essentiellement personnel. Cela s'accorde, d'ailleurs, avec l'ensemble du droit anglais pour lequel le droit d'exploitation, considéré en lui-même, n'a jamais été qu'un droit purement mobilier. Le droit de l'exploitant paraîtrait même singulièrement précaire si l'on ne savait la prudente circonspection pour les intérêts particuliers avec laquelle sont effectivement appliqués les règlements anglais dont les rigueurs sont plus apparentes en la forme que réelles dans l'application.

Redevances. — L'exploitant doit payer une redevance fixe et une redevance proportionnelle. La redevance fixe, dont le taux peut varier, est actuellement, d'après le tarif qui forme la dernière annexe de la loi, de 2 dollars (10 fr.) par claim et par mois, soit 1 200 francs par claim et par an ou 174f,60 par hectare et par an; la redevance proportionnelle est (art. 41) de 4f,10 par once d'or et de 0f,20 par once d'argent, soit d'environ 5 p. 100 du produit brut (art. 40-41).

Les cessions et réunions donnent, en outre, lieu au payement de taxes fixes non moins élevées relativement.

Déchéance. — Ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, la déchéance — et déchéance pure et simple — est prévue dans trois cas : le non-payement des redevances annuelles; l'exploitation ou l'insuf-

fisance de l'exploitation; des infractions graves ou persistantes aux dispositions des règlements.

La déchéance dans le premier cas est prononcée par le gouvernement; elle n'est effective qu'après avoir été publiée au *Journal officiel* (art. 39).

C'est également le gouvernement qui prononce discrétionnairement la déchéance dans le troisième cas (art. 180).

La règle du travail obligatoire minimum est qu'en principe on ne doit dans aucun *claim* occuper moins de six ouvriers (art. 72) (*); mais l'administration est libre d'autoriser un moindre nombre, voire même le chômage complet (*id.*) moyennant publication de la permission dans le *Journal officiel* (art. 76).

Tout claim pour lequel il ne serait pas satisfait à la condition du travail minimum peut être *jumped*, — suivant l'expression de la loi malheureusement trop connue dans le monde minier anglo-américain, — c'est-à-dire approprié par un tiers au moyen de l'occupation comme s'il opérait en terrain libre. Toutefois, en cas d'opposition de la part du précédent exploitant, celui-ci reste en possession jusqu'à ce qu'il ait été statué sur la contestation par la voie administrative, à moins que l'administration ne prescrive l'arrêt de tous travaux (art. 77).

En cas d'urgence, un exploitant peut éviter le *jumping* de son *claim* avant d'avoir obtenu la permission de chômage, en affichant avis, sur le *claim*, en présence de deux témoins, qu'il est en instance pour obtenir cette permission, et elle doit être effectivement demandée dans la quinzaine (art. 76).

Police des exploitations. — Peu de règlements à coup sûr, dans aucun pays, n'entrent dans des détails si minutieux et si circonstanciés en vue de la protection du personnel, le seul objet d'ailleurs dont s'occupe le règlement de la Guyane. Bien des dispositions qui nous paraissent anormales en Europe tiennent aux conditions spéciales de la colonie, aux dangers de son climat, à son insalubrité, au voisinage des condamnés et gens sans aveu, à l'emploi de coolies ou autres immigrants.

Nul ne peut être occupé dans les mines sans un certificat d'immatriculation délivré par l'autorité administrative dans un but de haute police soit des condamnés de colonies voisines, soit des aborigènes, soit des immigrants (art. 82 à 95).

(*) Cela équivaut à l'emploi continu d'un homme par hectare.

Les salaires doivent être payés en argent (art. 96), par semaine ou par mois, au choix de l'employé (art. 97); leur montant doit être fixé par un contrat écrit remis à l'employé (art. 98).

L'employeur doit, en outre du salaire, nourrir les personnes employées par lui ou leur procurer des rations suffisantes (art. 103, § 1).

Il doit tenir sur place les médicaments et remèdes indiqués par arrêté du gouvernement (*id.*), et, en cas de maladie sérieuse, à la requête de l'administration, il doit envoyer le malade en traitement à l'hôpital le plus voisin (art. 104).

Le règlement exige, sous la surveillance directe de l'administration, l'établissement de latrines construites selon les règles de l'hygiène (art. 126); il ne permet, dans le voisinage des campements ou habitations, le dépôt d'aucuns résidus ménagers et ne permet l'abatage des animaux qu'à des endroits désignés (art. 127-130); l'administration peut inspecter toutes habitations pour s'assurer qu'elles sont proprement et convenablement tenues sous le rapport hygiénique; elle peut donner tous les ordres et prescrire tous les travaux qu'elle juge utiles à cet égard (art. 133-136).

Les dispositions du règlement (art. 137-149) relatives à la police technique des travaux, méritent encore plus spécialement peut-être d'attirer l'attention. Cette réglementation ne comprend pas seulement les prescriptions bien connues des lois anglaises métropolitaines, notamment celles constituant leurs « *general rules* »; elle va beaucoup plus loin, sur nombre de points, dans les obligations imposées à l'exploitant pour la protection de son personnel; ce seront ces points que nous ferons plus spécialement ressortir.

Nul ne peut diriger la mine d'un tiers sans avoir un certificat de *manager* (*certificat de directeur*) délivré par l'administration, et nul ne peut exploiter sa propre mine sans un pareil certificat, si elle occupe plus de douze ouvriers (art. 137-138).

Le travail souterrain est interdit aux femmes et aux enfants de moins de douze ans (art. 139).

Les enfants au-dessous de seize ans ne peuvent pas être occupés souterrainement plus de 8 heures par jour en dehors du temps alloué pour les repas (art. 141).

Aucun mécanicien ne peut être occupé à la machine plus de 8 heures consécutives, non compris le temps de l'allumage et de l'extinction, ni celui des repas (art. 141).

C'est l'article 142 qui, avec ses 25 paragraphes, dont les deux

derniers ne sont que des dispositions d'ordre administratif, correspond aux classiques *general rules* des lois anglaises, c'est-à-dire donne les règles techniques auxquelles toute exploitation de mine doit être soumise. A raison de diverses particularités de cette section du règlement de la Guyane, nous avons cru devoir en donner la traduction intégrale, en annexe, à la suite du résumé général de la loi; nous y renvoyons, en nous bornant ici à attirer l'attention sur les dispositions plus spécialement originales telles que la clause 2, *g*, pour l'emploi du sulfate de fer dans le tirage avec les explosifs à la nitroglycérine; la clause 21, prévoyant la construction de chambres pour mettre les ouvriers à l'abri d'une venue d'eau, et enfin la clause 22, obligeant à inscrire, au bas de chaque échelle donnant accès à un niveau supérieur, la hauteur de l'ascension. On remarquera que les *general rules* de la Guyane n'ont emprunté aux *general rules* de la métropole ni l'obligation pour toute mine d'avoir un règlement particulier, des *special rules*, arrêté par entente entre l'exploitant, les ouvriers et l'administration, ni la faculté donnée aux ouvriers de procéder de temps en temps à la visite des travaux.

En dehors des *general rules* de l'article 142, le règlement contient encore les dispositions suivantes, qui sont à mentionner :

Sur toute mine il doit être tenu un plan des travaux mis à jour au moins tous les trois mois (art. 143).

Tout accident grave survenu aux personnes doit être signalé au *commissaire des mines* du district par le télégraphe, s'il en existe un (art. 148).

L'exploitant est présumé responsable de tout accident (art. 147).

Le commissaire des mines doit signaler par écrit à l'exploitant tout ce qui, en dehors des prescriptions légales, lui paraît de nature à constituer un danger (art. 144) (*).

Le commissaire doit instruire toutes les plaintes qui lui parviennent sans divulguer leur auteur (art. 145).

Autorités minières. — L'application de la loi est confiée à un commissaire (*commissioner*) résidant à Georgetown et à des

(*) On ne trouve pas de sanction effective à cette disposition. Dans le système anglais métropolitain on sait que lorsque l'exploitant n'accepte pas l'injonction de l'Inspecteur il est procédé à un arbitrage et la décision arbitrale prend dès lors la force d'une disposition réglementaire avec les sanctions attachées à de telles dispositions.

agents de district qualifiés « *Government Officers* », nommés par le gouverneur.

Les « *Government Officers* » ont, non seulement les pouvoirs de surveillance, mais encore la juridiction pénale et civile en matière de mine, comme s'ils constituaient une *Court of Summary Juridiction*, dont ils ont d'ailleurs tous les pouvoirs; ils statuent en dernier ressort sur les points de fait dont ils sont saisis; sur les points de droit, appel peut être porté devant une *Court of Review* qui, dans l'espèce, est la *Cour suprême de justice civile* fonctionnant comme *Court of Review*. De cette décision on peut en appeler à la *Cour suprême de justice civile* fonctionnant dans son rôle normal de juridiction supérieure.

Tout *Government Officer*, quand il le juge nécessaire pour la paix publique ou pour la sauvegarde des intérêts des particuliers ou de la Couronne (art. 166), et la *Court of Review*, quand elle est saisie d'une affaire (art. 167), peuvent provoquer la suspension de tout travail sur un claim.

Pénalités et sanctions. — Les sanctions consistent en des amendes, de quotité variable, pouvant s'élever jusqu'à 500 francs par jour de retard mis à l'exécution de certaines prescriptions.

En outre, tout exploitant convaincu d'une infraction au règlement qui, dans l'opinion du gouverneur, n'est pas suffisamment atteinte par l'amende légale, peut être, par le gouverneur, déclaré déchu de son droit (art. 180).

L'or extrait en contravention au règlement est confisqué (art. 181).

Dispositions spéciales aux claims de placers. — En principe, le règlement s'applique aux *claims* de placers, comme aux *claims* de toutes autres substances. Il existe toutefois entre ceux-ci et ceux-là quelques différences que nous devons signaler ici :

Le *claim* de placer a les mêmes dimensions que le claim ordinaire (art. 21); s'il n'est pas sur un cours d'eau, il doit être rectangulaire pour autant que les terrains libres à l'entour le permettent; s'il est placé sur un cours d'eau, le claim peut s'adapter au fil de l'eau (art. 22).

Un claim de placer peut être partiellement superposé à un claim ordinaire (art. 23).

Dans chaque district tout individu peut prendre, par la voie de la première occupation, cinq *claims* de placer (art. 13); en outre, l'inventeur officiellement reconnu d'un nouveau champ

aurifère situé à plus de 12 milles de tout autre champ exploité a le droit de choisir, avant tous autres, deux claims dans le nouveau champ (*idem*).

En principe, c'est-à-dire sans une permission spéciale, en cas d'amalgamation entre eux de claims de placers, chaque claim, nonobstant la réunion approuvée, reste individuellement soumis aux règles du travail obligatoire minimum, à peine d'être *jumped*.

Commerce de l'or. — Nous ne rappellerons que pour mémoire les longues prescriptions sur le transport de l'or (art. 111-116), sa rétention (art. 117-119) et le commerce dont il peut être l'objet (art. 120-125), toutes dispositions étudiées en vue d'éviter à la fois, dans un pays vaste, désert et peu sûr, les vols dont les légitimes propriétaires pourraient souffrir et les dissimulations qui empêcheraient le gouvernement de percevoir les taxes qui lui sont dues.

Règles spéciales aux aborigènes. — Le règlement, en principe, ne s'applique pas aux aborigènes (art. 171). Les terrains par eux occupés leur sont réservés et ne peuvent être exploités par les mineurs (art. 172). Mais un aborigène peut être détenteur d'un claim hors les territoires réservés et alors sous le plein bénéfice du règlement (art. 178). Hors ce cas, le commerce de l'or est interdit à peine de confiscation, entre aborigènes et particuliers; les aborigènes ne peuvent vendre l'or trouvé par eux qu'au gouvernement (art. 177). Tout détenteur de claim qui maltraite un aborigène perdra tous ses intérêts dans ledit claim (art. 175).

Comparaison entre le régime minier de la Guyane anglaise et celui de la Guyane française. — Bien que le règlement minier de la Guyane anglaise puisse s'appliquer à toutes les substances minérales, en fait, on n'y exploite guère que l'or. L'exploitation de cette substance y a pris, dans ces dernières années, un développement très sensible. De 6.500 onces en 1886, la production a passé à 100.000 onces, représentant une valeur de 10 millions de francs environ. C'est plus du double de la production de la Guyane française, qui paraît stationnaire depuis quelque temps déjà.

Il serait téméraire de croire que la différence de réglementation entre les deux colonies ait eu une influence sensible dans la différence de leur production et surtout du développement de leur extraction.

Il n'est toutefois pas sans intérêt de signaler les différences profondes entre le régime anglais et le régime spécial qui existe pour l'exploitation de l'or dans la Guyane française, par suite du décret du 18 mars 1881.

L'un et l'autre régime fondent le droit d'exploitation sur la priorité de l'occupation ; mais tandis que, dans le système anglais, on s'est efforcé de n'avoir que des mines d'étendue très restreinte, des *claims* de quelques hectares, ou des mines concédées ne pouvant en aucun cas dépasser 400 hectares, à la Guyane française, ce sont des espaces de 5.000 hectares dont on peut, par simple priorité d'occupation, s'assurer le privilège pendant dix ans sans être tenu à y faire le moindre travail; il est vrai qu'au bout de ce temps le *permis d'exploitation* ne peut être renouvelé qu'à la volonté de l'administration. Si contre le détenteur qui n'a rien fait il y a là une sauvegarde, il y a d'autre part une menace et un danger pour l'exploitant sérieux qui, sous le régime anglais, ne craint que le *jumping*, dont il lui est aisé de se garer.

A un autre point de vue, le système anglais permet de frapper les mines de redevances fixes très élevées et aisément recouvrables; dans le système français l'impôt doit se recouvrer sur le produit brut d'une extraction qui se dissimule trop aisément.

Nous n'insisterons pas autrement sur ces différences si profondes, ne pouvant dire quelles ont pu être en réalité leurs exactes conséquences au point de vue du développement respectif des exploitations dans chacune des colonies.

L. A.

ANNEXE.

TRADUCTION DES RÈGLES GÉNÉRALES SUR LA POLICE DES MINES.

(Art. 142 du règlement.)

1. Toute mine devra être ventilée de telle sorte que les puits, galeries, chantiers avec leurs voies d'accès et de desserte, soient dans un état convenable pour travailler et circuler.

2. La poudre noire ou toutes autres matières explosibles ou inflammables ne seront employées que dans les conditions suivantes :

a) Les approvisionnements sur la mine ou dans les environs devront être tenus dans un magasin et en quantité approuvée par la commission ;

b) On ne les prendra pour emploi aux chantiers que dans des boîtes fer-

mant bien et ne contenant pas plus de 8 livres de poudre noire ou 5 livres de composés de nitroglycérine ;

c) Les détonateurs seront conservés à la surface dans une boîte couverte placée dans la poudrière ;

d) Personne ne peut pénétrer avec une lumière à feu nu dans un magasin à poudre ou dans toute excavation souterraine dans laquelle se trouve emmagasinée de la poudre ou tout autre substance explosible ou inflammable ;

e) Il est interdit d'employer et d'avoir sur une mine une épinglette ou un bourroir en fer ou en acier ;

f) Un coup raté peut être débourré avec une épinglette de cuivre : mais on ne reviendra sur le coup que trois heures après : le débourrage est interdit lorsqu'on a employé des composés de nitroglycérine ou des détonateurs ; en aucun cas on ne peut user, pour le débourrage, du fer ou de l'acier ; le présent paragraphe ne s'applique pas au tirage à l'électricité ;

g) Quiconque emploie comme explosifs des composés de nitroglycérine doit munir les ouvriers qui en usent, des moyens de produire une buée de sulfate de fer.

3. Tout plan incliné souterrain sur lequel le personnel circule, qu'il soit automoteur ou actionné par vapeur, air comprimé ou à la main, sera muni, lorsqu'il aura plus de 30 yards de longueur, de moyens appropriés pour signaler des accrochages aux extrémités, et dans tous les cas, il sera muni de places de refuge suffisantes tous les 20 yards.

4. Toute galerie où circule le personnel et dans une partie quelconque de laquelle le roulage dépasse dix tonnes en une heure, en étant fait par cheval ou par autre animal, sera munie, à intervalles de 100 yards au moins, de places suffisantes de refuge, ayant une longueur convenable et une profondeur de 3 pieds au moins entre le véhicule circulant sur la voie et la paroi.

5. L'orifice et tous les accrochages de tout puits d'extraction ou d'épuisement seront convenablement barrés ou recouverts ; mais cette disposition n'interdit pas l'enlèvement temporaire de la barrière ou de la fermeture en vue des réparations ou de toutes autres opérations, sous réserve de prendre les mesures de précaution appropriées.

6. Tout puits abandonné ou hors de service sera barré ou recouvert et sa position au jour indiquée par un poteau, un amas de pierres, ou toute autre marque fixée par l'administration.

7. Lorsque le compartiment d'un puits sert à la descente et à la remonte du personnel par des échelles ou une *Man-engine* et qu'un autre compartiment sert à l'extraction, le premier compartiment doit être clos ou convenablement séparé du second.

8 Le mécanicien doit pouvoir apercevoir nettement de sa place l'orifice des puits.

9. Tous les signaux destinés à indiquer la montée ou la descente du personnel ou du matériel dans un puits doivent être précis et distincts ; ils seront indiqués sous une forme précise et bien lisible sur des pancartes ; l'une d'elles sera placée à la recette du fond du puits, l'autre à la recette du jour.

10. Lorsqu'un travail souterrain doit être poursuivi dans des mines d'allu-

vion à plus de 200 pieds (60 mètres) des puits, des moyens appropriés seront pris pour mettre en communication le fond du puits avec les chantiers.

11. Tout accrochage sera couvert de façon à abriter les ouvriers contre les intempéries.

12. Une échelle ou une voie de circulation sera installée dans tout puits où l'on fait usage d'un treuil, manège ou tambour, ainsi que dans tout puits d'extraction où l'on n'emploie pas de machines pour monter ou descendre le personnel.

13. On n'emploiera pas de chaînes simples pour monter ou descendre des personnes dans un puits d'extraction ou dans un plan incliné, à l'exception de la courte chaîne fixant la cage ou la charge. Lorsque des chaînes serviront pour assemblage, on emploiera deux chaînes de mêmes dimensions par assemblage.

14. Sur le tambour de toute machine employée pour monter ou descendre le personnel, on emploiera tels rebords ou saillies et, avec un tambour conique, telles autres dispositions appropriées pour prévenir l'échappement du câble.

15. Toute machine actionnée par la vapeur, l'eau ou tout autre moteur mécanique et servant à monter ou à descendre le personnel sera munie d'un frein convenable ainsi que d'un indicateur — en outre des marques faites sur le câble — pour indiquer au mécanicien la position de la cage dans le puits.

16. Dans tout puits de plus de 20 pieds (6 mètres) de profondeur où l'on ne fait pas usage de cages, personne ne pourra descendre ou monter sans que, en outre d'un nœud coulant, d'une barre transversale ou de tout autre artifice analogue, il soit solidement attaché au câble avec une ceinture ou tout autre lien passant autour du corps sous les bras.

17. Les chaudières, compresseurs, machines, engins et toutes les parties de l'outillage employés à l'extraction des minerais où à leur traitement seront entretenus en bon état de fonctionnement.

18. Chaque chaudière à vapeur sera munie d'un manomètre, d'un indicateur du niveau de l'eau et d'une soupape de sûreté ; chaque chaudière sera nettoyée tous les six mois et éprouvée à la presse hydraulique tous les ans ; la date et les résultats de ce nettoyage et de cette épreuve seront indiqués dans un registre tenu par le directeur qui sera montré, sur sa demande, au commissaire ou à son délégué.

19. Personne ne peut endommager méchamment ou, sans y être autorisé, enlever ou rendre inutiles les barrières, cloisons, guides, signaux, couvertures, chaînes, rebords, freins, indicateurs, échelles, planchers, manomètres, indicateurs, soupapes de sûreté ou autres engins, objets et installations placés dans une mine par application des présentes dispositions.

20. Dans tout chantier s'approchant d'un point pouvant contenir une accumulation d'eau dangereuse, des sondages seront poussés à 20 pieds (6 mètres) en avant, ou sur le côté, ou en divergeant, et nulle galerie ou nul chantier ne seront ouverts à une distance dangereuse d'une accumulation d'eau de cette nature.

21. Dans toute mine que le commissaire juge être sujette à une inondation

ou à une venue d'eau, des cheminées, des voies d'issue ou des ch
seront spécialement établies en tant que de besoin et d'après les presc
du commissaire pour permettre aux ouvriers de se sauver des trava
rieurs ou pour assurer leur sécurité pendant la période d'une inonda
d'une venue d'eau.

22. Des échelles munies, si c'est nécessaire, de paliers de repos,
placées dans toute cheminée, remontée ou passage donnant accès à d
tiers supérieurs, et un avis sera mis au pied de la cheminée, remo
passage, qui indiquera la hauteur à remonter.

23. Les échelles placées dans un puits seront munies de paliers
30 pieds au plus (9 mètres).

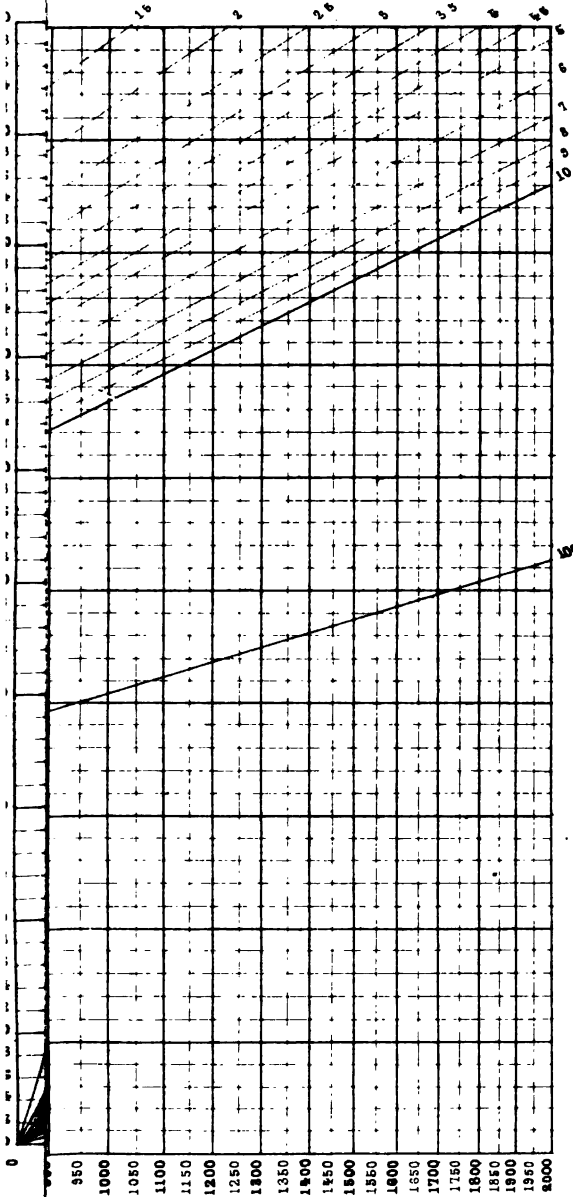
GITES MINÉRAUX DE LA BASSE BIRMANIE.

Une exploration récente de M. Hughes, chef du Départ
géologique de l'Inde, dans les districts de Merqui et de
province de Jenasserim, en Basse-Birmanie, a donné les ré
suivants : absence de l'or signalé par d'autres antérieur
présence d'alluvions stannifères étendues et exploitables
tence d'une couche de houille, pouvant fournir approxi
ment 1 million de tonnes, à Jenasserim (Merqui).

Cette houille, encore inexploitée, avait été signalée, dè
par le Dr Adham. Elle est de bonne qualité, et M. Hughes
son prix de revient sur place à 12 francs ; son transport à la
un point malheureusement hors du trajet des vapeurs, à
à 12 ou 13 francs. Comme débouchés, on aurait Rangoon
nang. La difficulté du placement de grandes quantités de c
dans le pays semble avoir arrêté jusqu'ici les entreprises.

(*Extrait* d'un Rapport *adressé* à M. le Ministre des
étrangères *par* M. le vice-consul de France à Rang

Pl.V.



Pertes de charge par mètre courant en millimètres

Auto Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

. Elévation

Fig. 9. Coupe verticale

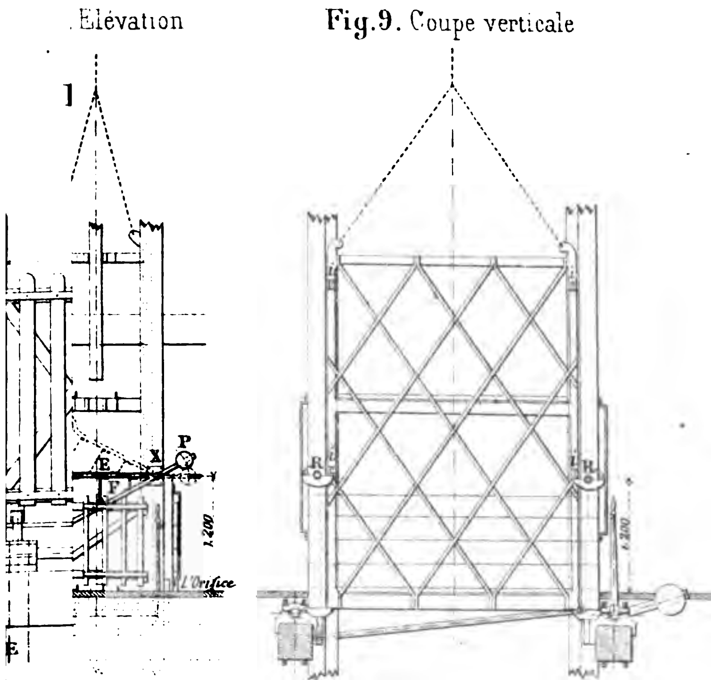
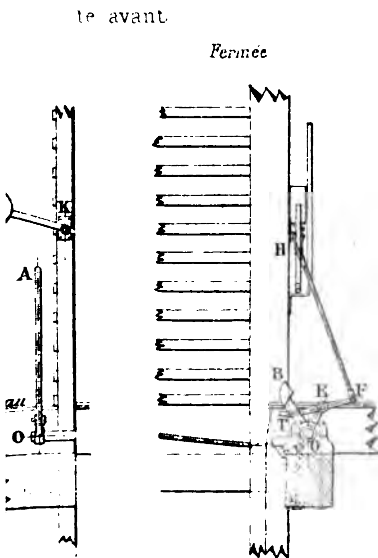


Fig. 7.

te avant

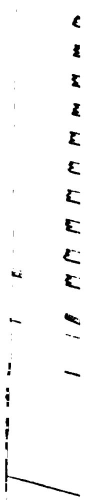


Echelle des Fig. 1 à 7
1/50

Echelle des Fig 8 et 9
1/80

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.





Elevation

Fig. 9. Coupe verticale

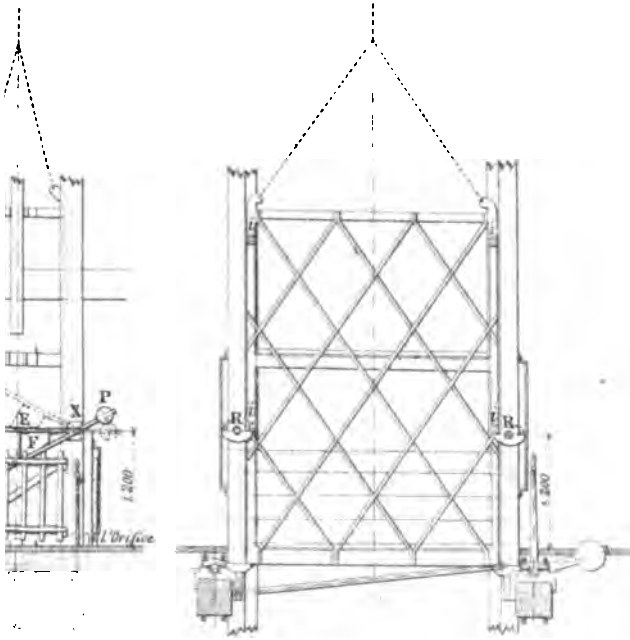
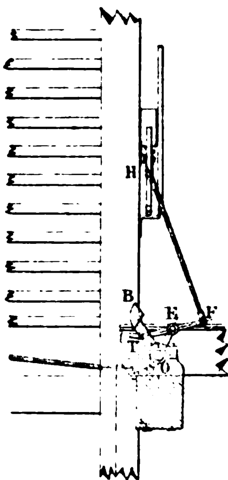


Fig. 7.

e avant



Echelle des Fig. 1 à 7
1/50

Echelle des Fig. 8 et 9
1/80

3583
Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

b

EXPLICATION DES PLANCHES.

Février.

Pl. V. — Pertes de charge dans les conduites d'eau d'après la formule de M. Flamant.

Pl. VI — Systèmes de fermeture des recettes en usage dans la région de Commentry.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT

AUX ANNALES DES MINES.

Pour Paris. . . . . **20 fr. par an**
Pour les Départements. . . franco **24 fr. —**
Pour l'Etranger. . . . . . . franco **28 fr. —**

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B.—**On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.**

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

BULLETIN DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

STATISTIQUE ET LÉGISLATION COMPARÉE.

Prix de l'abonnement pour la France et l'étranger :

Un an (janvier à décembre). . . . . 12 fr.

GÉOLOGIE. **Essai de géologie expérimentale**, par M. DAUBRÉE, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole des mines, professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle. 1 très fort vol. grand in-8° avec vignettes et planches. 37 fr. 50.
— **Les Eaux souterraines**, par le même. 3 vol. in-8°. 50 fr.
— **Substances minérales combustibles**, Minerais métalliques, minéraux utiles à l'industrie, par le même. In-8. 5 fr.
— **Tableaux géologiques des terrains**; par M. DUPONT, ing. en ch. des mines. 5 fr.
— **Cours élémentaire et pratique de géologie**; lithologie pratique, par M. Stanislas MEUNIER, docteur ès sciences, aide-naturaliste au Muséum. Prix. 8 fr.
— **Les Causes actuelles en géologie**, par le meme. In-8. 10 fr.
— **Géologie régionale de la France**, par le même. In-8. 17 fr. 50.
— **Revue de géologie**, par M. DELESSE, ingénieur des mines, professeur de géologie à l'Ecole normale, président de la Société géologique, et M. LAUGEL, ingénieur des mines, vice-secrétaire de la Société géologique. Tomes I, II, III. 15 fr.
— **Revue de géologie**, par MM. DELESSE et DE LAPPARENT, tomes IV, V, VI, VII et VIII. 25 fr.
— **Travaux souterrains de Paris.**
I. Etudes hydrologiques du bassin de la Seine. Applications à l'art de l'ingénieur et à l'agriculture, par M. BELGRAND, insp. général des ponts et chaussées. Grand in-8 avec 2 cartes et 81 pl. Prix: 40 fr.
II. Les Aqueducs romains. Grand in-8 et atlas. Prix : 30 fr.
III. Les Eaux anciennes. Grand in-8 et atlas. Prix : 70 fr.
IV. Eaux actuelles. Grand in-8° et atlas. 55 fr.
V. Les Egouts et les Vidanges. Grand in 8° et atlas. 50 fr.

MINÉRALOGIE. **Manuel de minéralogie**, par M. DES CLOIZEAUX, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure. Le tome Ier, 1 vol. in-8° avec son atlas. 20 fr.
— Le 1er fascicule du tome II. In-8 avec planches. 10 fr.

CRISTALLOGRAPHIE. **Cours professé à l'École des mines**, par M. MALLARD, ing. en ch. des mines. Tome I et II. 45 fr.

EXPLOITATION DES MINES. **Cours professé à l'École des mines**; par M. CALLON, insp. gén. des mines. La publication a été achevée par M. BOUTAN, ing. des mines. 3 vol. avec atlas. Prix : 75 fr.
— **Cours professé à l'École des mines** par M. Haton de la Goupillière. 2 vol. in-8. 60 fr.

MÉTALLURGIE. **Cours de métallurgie professé à l'École des mines**, par M. GRUNER, inspecteur général des mines. Principes généraux. — Combustibles. — Fonte, fer et acier.
En vente les tomes I et II, 1re partie, 2 gr. in-8 et atlas. 60 fr.
— **Cours de métallurgie**, par M. RIVOT, professeur à l'Ecole des mines. 3 vol. in-8 avec atlas de 40 planches. 85 fr.

Analyse au chalumeau, traduit de l'anglais de M. CORNWAL, par M. THOULET. Grand in-8, relié. 25 fr.

Analyses faites au laboratoire de l'École des mines, de minerais de fer, d'eaux minérales, etc. 3 vol. in-4. 20 fr.

JURISPRUDENCE DES MINES, minières, forges et carrières, à l'usage des exploitants, maîtres de forges, ingénieurs, par M. Etienne DUPONT, ingénieur en chef, directeur de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne. 3 vol. in-8. 25 fr.

COURS DE LÉGISLATION DES MINES, par M. Etienne DUPONT, inspecteur général des mines, professeur de législation, droit administratif et économie industrielle à l'Ecole des mines. 1 vol. in-8°. 15 fr.

CHEMINS DE FER. Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer ; par M. C. COUCHE, inspecteur général, professeur du cours de construction et de chemins de fer à l'Ecole des mines. Tome Ier. Voie ; tome II, Matériel de transport et Traction ; tome III, Production et Distribution de la Vapeur, Freins, Effet utile de la locomotive. 3 vol. in-8 et 3 atlas contenant 151 grandes planches. Prix : 135 fr.

On vend séparément :

Le tome Ier. . . . . . 35 fr.
Le tome II . . . . . . 85 fr.
Le tome III. . . . . . 50 fr.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME III.

3e LIVRAISON DE 1893.

PARIS.

Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

SAUTTER, HARLÉ & C

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 26, *Avenue de Suffren*, 26 — *PARIS*

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889—HORS CONCOURS—JU

ÉCLAIRAGE

TRANSPORT DE FORC

PAR L'ÉLECTRICITÉ

ASSERVISSEMENT & COMMANDE ÉLECTRIQUE APPLIQUÉS A

L'OUTILLAGE DES MINI

POMPES

VENTILATEURS

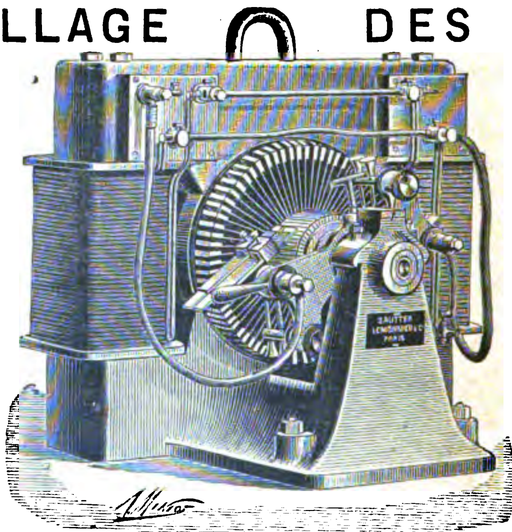
TRANCHEUSES

PERFORATRICES

TRIEUSES

PERCEUSES

COMPRESSEURS D'AIR



APPAREI DE LEVAGI

TREUII

GRUES

MONTE-CHA

TRANSBORI

PLAN INCLIN

PRINCIPALES INSTALLATIOI

Aux MINES d'ASPRIÈRES Aveyron.
— BLANZY Saône-et-Loire.
— BRUAY — is.
— DADOU
— DECAZEVILLE A
— FRIEDRICHSSEGI
— LAURIUM G
— MALINES Hér
— MIÈRES As
— MEURCHIN No
— VIEILLE-MONTAGNE, Penchot t-
ETC., ETC.

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL POUR MINES

VENTILATEURS SYST. L. SER

Brevetés S. G. D. G.

A BRAS, FIXES ET PORTATIFS

Pour Mines, Forges, Fonderies, Navires, Séchoirs, etc. Seul ventilateur ayant obtenu la médaille d'or à l'Exposition universelle de Paris 1889, la plus haute récompense accordée aux appareils de ce genre.

Références : Plus de 300 applications en 3 ans.

TUYAUX D'AÉRAGE

COMPRESSEURS D'AIR Syst. BURCKHARDT & WEISS

Breveté S. G. D. G.

A GRANDE VITESSE, FONCTIONNANT A SEC — MODÈLE 1891

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

POMPES HELICO-CENTRIFUGES. Syst. MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^TÉ S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS — TRIAGES — CRIBLAGES — DÉSCHISTAGI

TRAINAGES MÉCANIQUES — VAGONNETS ET VOIES PORTA.

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER — ...

CAGES D'EXTRACTION FER OU ACIER AVEC PARACH

Paliers à rotule Roquel, évitant le frottement des câbles sur les ...

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEU

LOCOMOBILES — TRANSMISSIONS — GROSSE CHAUD...

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNE...

Catalogues sur demande.

C. PINETTE* CHALON-S-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DU QUATRIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

(1892)

Par M. WORMS DE ROMILLY, Ingénieur en chef des mines.

[Suite] (*).

QUESTION IX^A

Passage dans les courbes.

Manière de mettre en concordance les tracés de raccordement en courbe avec la flexibilité du matériel roulant qui doit y circuler.

Matériel roulant. **— Résultats d'expériences comparatives sur la résistance à la traction des locomotives, des voitures et des wagons des différents systèmes, selon qu'ils circulent en courbe ou en alignement droit.**

Exposé. — L'exposé a été fait par MM. Lancrenon, ingénieur adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'Est français, et Morandière, ingénieur des études du matériel et de la traction du chemin de fer de l'Ouest français.

M. Morandiere a présenté l'historique de la question ; il a rappelé les essais de Pambour, ceux de MM. Vuillemin, Guebhard et Dieudonné sur les chemins de fer de

---

(*) Voir *suprà*, p 203.

l'Est français, ceux de MM. Polonceau et Forquenot à la compagnie d'Orléans, les expériences de M. Fettu, ingénieur de la compagnie des Chemins de fer départementaux sur les résistances développées en courbes par des machines pour voie de 1 mètre, enfin les essais faits par l'administration des chemins de fer de l'État saxon.

Il a conclu que, contrairement à une opinion assez répandue, le dévers ne facilite pas le passage en courbe; il a constaté qu'après avoir calculé les dévers pour la vitesse des trains les plus rapides, on en est généralement revenu à adopter une hauteur intermédiaire entre celles qui conviendraient aux trains les plus rapides et aux trains les plus lents appelés à circuler sur la courbe.

M. Lancrenon a rendu compte des résultats obtenus par la Commission française dite des courbes de faible rayon qui a été constituée, en novembre 1890, par M. le Ministre des travaux publics, sous la présidence de M. l'inspecteur général de la Tournerie.

Cette Commission a eu à sa disposition un travail de M. Desdouits, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'État français, sur les expériences faites en gare de Droué, travail qui est reproduit à la suite du rapport de M. Lancrenon. La Commission a, en outre, fait des expériences à Noisy-le-Sec sur une voie en forme de boucle avec des courbes de 100 à 250 mètres de rayon; la voie était en palier, sans raccordement entre les courbes; on ne lui a d'abord donné aucun dévers; puis on a établi des surhaussements de $0^m,08$ et de $0^m,16$. Pour déterminer les vitesses des trains d'expériences et la grandeur des résistances à chaque instant, on s'est servi de wagons dynamométriques fournis par la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, du pendule dynamométrique de M. Desdouits et enfin d'un appareil enregistrant sur une bande de papier, déroulée par un mouvement d'horlogerie, les demi-

secondes, les décamètres parcourus et les points spéciaux de la voie (origine ou fin des courbes). Pour mesurer les déformations élastiques de la voie, on a pris les appareils à transmission pneumatique de M. Coüard; on a relevé avec soin les déformations permanentes. Enfin, on a cherché à déterminer le mode de contact des bandages et des rails en plaçant sur le rail des feuilles en zinc nickelées, qui recevaient l'empreinte du passage d'une roue et d'une seule.

Les essais ont porté sur la plupart des types de machines et de véhicules des chemins de fer français. M. Lancrenon a reproduit intégralement le compte rendu détaillé des expériences et le rapport de M l'ingénieur des ponts et chaussées Le Chatelier, secrétaire de la Commission. Il a cherché, en outre, à établir une théorie qui permette de se rendre compte des résultats qui ont été constatés dans les essais.

On a reconnu que l'essieu d'avant se place obliquement par rapport à la normale aux courbes; la roue extérieure s'applique par son boudin contre le rail et la roue intérieure est en avance sur l'autre autant que le permettent les jeux. L'essieu d'arrière s'incline dans le même sens, mais c'est la roue intérieure de cet essieu qui vient s'appliquer contre le rail.

Dans ces conditions, les résistances supplémentaires en courbes proviennent : 1° des frottements des bandages contre les rails; 2° des frottements supplémentaires des coussinets contre les essieux, notamment ceux des joues des coussinets contre les collets des essieux.

Les frottements des bandages dépendent de la pression et du mode de contact, par conséquent des profils des rails et des bandages.

L'expérience a démontré à M. Lancrenon qu'avec des profils normaux l'essieu d'avant tourne de manière qu'il y ait roulement simple de la roue intérieure.

En résumé, M. Lancrenon estime que l'on diminuera les résistances en courbes en réduisant les coefficients des frottements par la lubrification des surfaces et en diminuant la pression au point de contact de la roue d'avant et du rail, ce qui s'obtient en ajoutant, par exemple, un essieu, et en donnant du dévers.

M. Lancrenon admet que l'empatement des véhicules a peu d'influence sur leur résistance en courbe parce qu'il produit deux effets contraires qui se détruisent. Il pense qu'il faudrait donner au profil des bandages de l'essieu d'avant une forme qui réduise la surface de contact du rail et du bandage, et la rapproche du centre instantané de rotation. Un profil dans lequel la partie du bandage qui roule habituellement aurait l'inclinaison ordinaire et serait raccordée avec le boudin par une courbe de grand rayon lui paraît satisfaire à cette condition.

Pour les trains, le serrage énergique des attelages et un effort considérable de traction exercé sur eux diminuent la résistance; celle-ci serait, par suite, plus faible à la montée qu'à la descente d'une voie en pente.

M. Lancrenon résume son travail dans les conclusions suivantes :

1° « Il est possible d'exploiter, dans des conditions « convenables, des lignes à voie de 1^{m},45 et présentant « des courbes de faible rayon pouvant descendre norma- « lement à 150 mètres et même au-dessous dans des cir- « constances exceptionnelles. On peut employer pour « l'exploitation de ces lignes un matériel quelconque; la « plupart des machines en usage sur les réseaux français, « notamment les machines à marchandises à trois et « quatre essieux couplés des types les plus répandus, la « plupart des voitures et wagons également employés sur « les réseaux français peuvent y passer sans diffi- « culté.

2° « Dans l'établissement des projets et la détermina-

« tion du profil, on devra admettre que le surcroit de « résistance dû aux courbes est le suivant :

Courbes de 200 mètres.	4 kilogrammes	par	tonne.
— 150 —	6	—	—

« On devra donc réduire les déclivités en conséquence. »

Nous ne pouvons pas analyser les documents qui reproduisent les résultats des expériences de la Commission française.

Quant au rapport de M. Le Chatelier approuvé par la Commission, nous croyons intéressant d'en donner quelques conclusions.

Les résistances dans une courbe croîtraient à peu près proportionnellement à l'inverse du rayon de courbure.

L'écartement des rails et le jeu des essieux montés dans la voie n'auraient que peu d'influence sur la résistance en courbe.

Le dévers diminuerait la résistance de 20 à 30 p. 100, et d'autant plus que le rayon de la courbe serait plus petit.

L'influence du nombre des essieux, de l'empatement, de la faculté d'orientation des essieux ou de leur déplacement longitudinal, n'a pas pu être déterminée nettement. Il en est de même pour la longueur des trains.

La résistance s'est toujours montrée plus faible avec les attelages serrés. Elle paraît aussi être réduite par les efforts de traction.

La vitesse semble avoir peu d'influence. L'état des surfaces en contact peut diminuer très notablement les frottements (15 à 30 p. 100); cette réduction s'obtient, par exemple, par le graissage des boudins. En ce qui concerne le profil des bandages, on aurait reconnu l'avantage de relier le corps du bandage au boudin par une droite formant avec l'horizontale un angle de 35° environ.

Enfin le surcroît de résistance dû aux courbes serait

compensé par une diminution de pente de 4 millimètres par mètre pour les courbes de 200 mètres de rayon et de 6 millimètres pour celles de 150 mètres de rayon.

Discussion. — M. Lancrenon, en faisant l'exposé de son mémoire que nous avons analysé plus haut, a fait remarquer qu'il conviendrait, à son avis, de spécialiser le matériel des lignes à fortes courbes; les véhicules à bogies ne lui paraissent pas convenir; il préfère les essieux à convergence limitée pour les wagons, les bissels avec boîtes Roy pour les machines. Il croit, d'ailleurs, que la question n'est pas encore assez étudiée pour que l'on puisse prendre des conclusions fermes.

M. Kerbedz reconnaît l'utilité des lignes à courbes de faible rayon; mais il ne faut pas aller trop loin. Les chemins de fer anglais, le Great Northern entre autres, ont fait des dépenses énormes pour supprimer des courbes de 250 mètres de rayon. MM. Kerbedz, de Lewy, ingénieur des chemins de fer Sud-Ouest russes, Grille, administrateur délégué des chemins de fer de Pithiviers à Toury, émettent des opinions divergentes sur la nécessité de desserrer les attelages des machines à six et huit roues couplées avec leurs tenders pour passer dans les courbes de faible rayon sans chances de déraillement. M. Grille déclare, en outre, que sur l'Est algérien, en courbes de 80 à 90 mètres de rayon, avec des machines à deux et trois essieux couplés, l'usure des boudins était considérable et l'entretien de la voie très cher.

M. Level, directeur des Chemins de fer économiques (France), rappelle qu'un précédent Congrès a recommandé la voie étroite pour les lignes secondaires; les conclusions des rapports en discussion pourraient être interprétées dans un sens absolument opposé; il faudrait au moins les appuyer d'une expérimentation commerciale prolongée, et non de quelques expériences.

M. Le Chatelier déclare que la Commission française n'a eu en vue que les lignes à courbes de 150 mètres au moins de rayon ; les lignes à courbes de 100 mètres constitueraient le domaine de la voie étroite.

M. Clérault fait observer que la Commission française a fait des expériences, mais n'a pas conclu parce qu'elle savait ses expériences incomplètes. On n'a pas pu s'occuper des altérations du matériel. A Dieppe, il a fait passer des machines d'express dans des courbes de 100 mètres de rayon. Au bout de deux jours, les longerons étaient faussés. Une résistance en courbe ne peut pas se comparer à celle d'une rampe. Elle coûte bien plus cher, sans parler des déraillements qu'elle peut faire naitre.

M. Bricka attache une grande importance à constater que le matériel ordinaire peut circuler dans des courbes de 150 mètres de rayon, parce qu'il y a des lignes secondaires en pays accidentés sur lesquelles ont est obligé de conserver la voie normale.

Après cet échange d'explications, MM. Lancrenon et Clérault proposent une série de conclusions dont la dernière recommande d'étudier les lignes à fortes courbes de manière à se ménager le moyen d'augmenter plus tard le rayon des courbes les plus raides sans être entraîné à de trop grandes dépenses. Mais M. Level insiste pour que l'on rappelle en outre qu'en admettant des courbes de faible rayon avec la voie normale on s'expose à l'obligation de refaire plus tard la voie dans des conditions plus favorables.

L'accord s'est fait sur une rédaction proposée par M. Clérault.

Conclusions. — Les première, deuxième et cinquième sections et le Congrès ont adopté les résolutions suivantes :

« Le Congrès constate l'intérêt très grand que présen-
« tent les expériences de la Commission française des
« courbes de faible rayon.

« Il constate également l'intérêt non moins grand qu'il
« y aurait à poursuivre des expériences de ce genre sur
« les différents réseaux pour déterminer les résistances
« opposées par les courbes de divers rayons au passage
« des machines et véhicules de toute nature et pour expli-
« quer les résultats donnés jusqu'à ce jour par la prati-
« que des différentes exploitations.

Litt. A. — 1) « A la condition de limiter convenable-
« ment la vitesse, on peut admettre sur des points parti-
« culiers, en raison de circonstances exceptionnelles, sur
« des lignes à voie normale placées en dehors des grandes
« circulations, des courbes de faible rayon pouvant des-
« cendre jusqu'à 150 mètres et même à la rigueur au-
« dessous, le matériel ordinaire actuel de la voie nor-
« male pouvant généralement passer dans de semblables
« courbes à vitesse réduite.

2) « D'après les expériences dont il a été rendu compte
« aux 1re, 2e et 5e Sections réunies, le surcroît de résis-
« tance dû aux courbes pourrait être évalué en paliers à
« 4 kilogrammes par tonne pour les courbes de 200 mètres
« de rayon, et à 6 kilogrammes par tonne pour les courbes
« de 150 mètres de rayon, ces chiffres n'étant que des
« indications, et étant entendu que le surcroit de résis-
« tance peut varier dans des limites très étendues d'après
« les résultats mêmes des expériences.

3) « Les chiffres précédents sont intéressants à relater
« au point de vue de l'étude des projets de lignes; mais
« on ne doit pas perdre de vue que les courbes de faible
« rayon imposent une augmentation des dépenses d'ex-
« ploitation, non seulement par suite du surcroît de résis-
« tance, mais en raison de l'usure du matériel et de la
« voie qui en résulte. Enfin, il convient de tenir compte

« des chances de déformations de la voie qu'entraîne le « surcroît de résistance.

4) « Si, par diverses considérations, on est conduit à « réduire les rayons de certaines courbes, il faut tenir « compte des rectifications ultérieures qui pourraient « s'imposer ».

QUESTION IX[B]

Passage dans les courbes.

Manière de mettre en concordance les tracés de raccordement en courbe avec la flexibilité du matériel roulant qui doit y circuler.

Voie. — Modifications à apporter dans la pose de la voie pour faciliter le passage du matériel roulant dans les courbes. — (Dévers à adopter suivant la vitesse des trains; limite à donner au dévers et pente à donner au rail extérieur pour obtenir le surhaussement; surécartement de la voie en courbe ; dispositions employées sur les lignes posées avec rails à patin parcourues par des trains à grande vitesse pour la circulation dans les courbes.)

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Du Bousquet, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer du Nord français.

M. Du Bousquet, après avoir indiqué les règles suivies par diverses compagnies pour déterminer le surhaussement dans les courbes, conclut que ce surhaussement doit être calculé par la formule $\frac{V}{R}$, en prenant pour V la vitesse *normale* maxima des trains, et ne doit pas dépasser un maximum de $0^m,15$. Pour la voie étroite, parcourue à de faibles vitesses, il faudrait ajouter une constante aux nombres donnés par la formule. Sur les lignes à double voie, le surhaussement varie et doit varier d'une voie à l'autre dans les pentes inclinées de plus de 5 millimètres par mètre.

D'une étude théorique de la question du surécartement en courbes et des règles suivies par plusieurs compagnies, M. Du Bousquet conclut que le surécartement n'est

utile, même pour les lignes dont le jeu en alignement ne dépasserait pas 10 millimètres, que dans les courbes de moins de 500 mètres de rayon. On peut même réduire le surécartement par une forme convenable du boudin, aminci vers son extrémité, et en donnant aux roues d'avant des machines une forte conicité pouvant aller jusqu'à 1/10.

Les mesures destinées à consolider la voie sont très diverses; on peut citer pour la voie Vignole le doublement des attaches à l'intérieur de la voie et l'emploi de selles. Le cintrage préalable des rails avant la pose n'est adopté que par très peu de compagnies pour les courbes à grand rayon; il paraît indispensable au rapporteur quand le rayon n'est pas supérieur à 200 mètres.

Au sujet des raccordements, M. Du Bousquet rappelle les travaux de M. Chalvet, de M. Nordling, de M. Combier, de M. Jules Michel et enfin ceux de M. Max von Leber, qui a fait sur cette question un mémoire étendu inséré à la fin du rapport. M. von Leber démontre la supériorité de la parabole cubique et donne les formules nécessaires pour son application rigoureuse sur les voies en construction, approchée sur les autres. Il insiste sur l'utilité de donner dans la formule

$$y = \frac{x^3}{6P}$$

à la constante P la valeur de 24.000 au lieu de celle de 22.500 fixée par l'administration française en 1879, quand il s'agit de lignes parcourues par des trains rapides. Pour les lignes secondaires, on donnerait à P la valeur 6.000; celle de 1.500 est adoptée en Belgique pour quelques lignes d'intérêt local.

La solution est à la fois élégante et rigoureuse, mais beaucoup d'ingénieurs la trouvent trop compliquée pour être pratique. En tous cas, les tables numériques données

par M. von Leber en rendent l'application relativement simple.

Les dispositions adoptées par les compagnies pour donner du surécartement à la voie sont assez variées. M. Du Bousquet estime qu'il faut l'obtenir par le déplacement de la file intérieure des rails soit sur la courbe spéciale de raccordement, soit sur la courbe elle-même quand la première n'existe pas.

Discussion. — En l'absence de M. Du Bousquet, l'exposé a été fait aux 1[re], 2[e] et 3[e] sections par M. Keromnez, ingénieur principal des ateliers à la Compagnie du Nord français, et les conclusions du rapport que nous venons de résumer ont été successivement discutées.

M. Sabouret a réclamé la suppression du maximum de $0^m,15$ pour le devers. Il a fait remarquer que le devers est fonction de la vitesse; la compagnie d'Orléans, qui n'a pas voulu réduire la vitesse de certains trains dans des courbes de 300 mètres de rayon, accepte des dévers de plus de $0^m,15$. M. Parent, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer de l'État, croit qu'un fort dévers est nuisible ; il rappelle les expériences faites à Droué sur des lignes sans dévers, en courbes de 75 mètres de rayon et parcourues à la vitesse de 50 kilomètres à l'heure.

M. Sabouret, en réponse à M. Hohenegger et à M. Kerbedz, qui veulent proscrire les dévers supérieurs à $0^m,15$, rappelle que les essais de la commission française ont prouvé l'utilité des dévers. D'ailleurs, avec la voie à coussinets, le rail ne pouvant pas se renverser, le surhaussement du rail n'a pas d'inconvénient.

Sur la proposition de M. Hubert, ingénieur en chef des chemins de fer de l'État belge, on adopte une conclusion qui ne fixe aucun maximum et qui constate la tendance actuelle à diminuer les dévers et à les supprimer même

dans les parties de voie parcourues nécessairement à de très faibles vitesses.

M. Le Chatelier fait observer qu'avec cette rédaction il devient inutile de citer les formules de calcul du surhaussement indiquées dans les conclusions du rapport.

On supprime également les conclusions du rapporteur relatives à la forme à donner aux boudins et au degré de conicité des roues d'avant des machines. Il paraît suffisant de mentionner que le surécartement nécessaire en courbe dépend du profil du boudin.

M. Jules Michel conteste l'utilité du cintrage des rails longs et propose la suppression du paragraphe qui se rapporte à cette question. M. Bruneel appuie cet avis en faisant observer qu'en Belgique on n'emploie jamais d'appareils à cintrer. M. Bricka demande le maintien de la conclusion, en ajoutant qu'elle s'applique aux longueurs de rails actuellement en usage. Enfin, au lieu de dire qu'il est nécessaire d'employer dans les courbes raides du ballast de bonne qualité, les sections se bornent à déclarer qu'il importe d'avoir sur ces points, plus encore qu'ailleurs, un ballast de bonne qualité et une plate-forme bien assainie; la mention de l'utilité de doubler les attaches des rails dans les courbes et d'y mettre des selles est supprimée comme trop précise.

Les conclusions ainsi amendées ont été adoptées par les 1re, 2e et 5e sections, et ensuite par le Congrès avec une conclusion prise par la 2e section au sujet de la note de M. von Leber sur les raccordements paraboliques.

En conséquence, la résolution suivante a été adoptée:

« Les sections proposent de remettre à la cinquième
« session la note présentée par M. von Leber sur les lois
« des raccordements paraboliques, note distribuée trop
« tardivement pour qu'elle pût être discutée avec fruit. »

Conclusions. — Les conclusions ci-après ont été également votées :

1) « Le Congrès constate une tendance générale à di-
« minuer les *dévers* et même à les supprimer complète-
« ment dans des points où la vitesse est forcément très
« réduite, tels que les voies des gares terminus et des
« ports.

2) *a*. « Pour toutes les courbes de rayon égal ou supé-
« rieur à 500 mètres, le *jeu* de la voie en courbe peut res-
« ter le même qu'en alignement droit, et cela même pour
« les lignes dont le jeu de la voie en alignement n'est
« que du minimum pratique de 10 millimètres.

b. « Pour les courbes de rayon inférieur à 500 mètres,
« une augmentation de jeu de la voie paraît être utile.
« Cette augmentation doit être d'autant plus faible que
« le jeu en alignement droit est plus grand; elle dépend,
« en outre, de la forme du profil du boudin.

3) « Pour les courbes de rayon supérieur à 200 mètres,
« avec les longueurs de rails actuellement en usage, le
« *cintrage* préalable des rails ne paraît pas indispensable;
« mais il est à recommander pour les courbes de rayon
« inférieur à 200 mètres.

« Au point de vue de l'établissement de la voie pour
« les courbes raides, il importe plus qu'ailleurs d'avoir
« du ballast de bonne qualité et une plate-forme bien
« assainie pour s'opposer efficacement au déplacement
« transversal. Enfin, il est utile de prendre certaines
« précautions pour éviter le renversement des rails.

4) « Le *raccordement* parabolique, avec les quelques
« modifications de détail proposées pour son application
« aux voies en exploitation, est, au point de vue théo-
« rique, une solution élégante et très rigoureuse.

« Il est en général recommandable d'éviter les chan-
« gements brusques de courbure en faisant usage de
« raccordements paraboliques. Il est désirable que la
« solution adoptée soit d'un emploi simple et puisse uni-
« formément s'appliquer à tous les chemins de fer,

« quelles que soient la largeur de la voie et les conditions du tracé.

« L'échelle des six constantes en progression géométrique proposées par le rapporteur, à savoir : 24.000, « 12.000, 6.000, 3.000, 1.500, 750, satisfait à ces conditions et paraît répondre à tous les besoins de la pratique.

5) « Le *surécartement* de la voie est obtenu en modifiant le tracé de la file intérieure des rails. Il est « racheté sur la courbe de raccordement spécial. Quand « cette dernière n'existe pas, il ne paraît y avoir aucun « inconvénient à placer le raccordement progressif sur « la courbe même. »

QUESTION X

Production de la vapeur.

Variation de la puissance de vaporisation et du rendement économique des chaudières de locomotives suivant : la grille, la longueur, la section et le nombre de tubes à fumée, le tirage, les dispositions particulières du foyer (voûte en briques, bouilleur Tenbrinck, etc.), les dispositions pour faire varier le tirage, leur influence sur la contre-pression dans les cylindres.

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Sauvage, ingénieur des mines, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Est français.

En l'absence de M. Sauvage, M. Lancrenon a donné le résumé de ce travail. La disposition de la grille doit dépendre de la nature du combustible et de la grandeur de ses morceaux. La consommation peut dépasser à l'heure 400 kilogrammes de houille par mètre carré de surface de grille. On assure la combustion complète par l'admission d'air au-dessus du foyer, par une grande dimension des chambres de combustion, par des voûtes en briques, par le bouilleur Tenbrink.

M. Sauvage insiste sur l'avantage que présente une grille de grandes dimensions.

M. Verderber, en Hongrie, M. Almgren, en Suède, ont trouvé que la répartition de la surface de chauffe totale en surfaces de chauffe directe et indirecte était sans influence sur la production de vapeur. M. Almgren a donné, pour évaluer les calories absorbées par les tubes, une formule qui paraît assez exacte. Avec les tubes à ailettes (système Serve), le passage de la chaleur du gaz au métal parait facilité. La résistance que les tubes offrent à l'écoulement des gaz est difficile à calculer, il faut s'en rapporter à l'expérience; l'échappement variable est reconnu à peu près partout le meilleur; il doit pouvoir varier d'une manière continue sans descendre au-dessous d'une certaine limite. La dépression dans la boîte à fumée atteint 100 millimètres d'eau sur certaines machines de l'État belge.

A la suite du rapport est une note de M. de Lœwy, relative à l'influence des enveloppes de chaudières sur la dépense de combustible. Les expériences ont été faites sur les chemins de fer Sud-Ouest russes. On a trouvé que le refroidissement était plus rapide pendant la marche que pendant le stationnement, sauf dans le cas d'une enveloppe double en feutre. La chaleur perdue en 24 heures par une chaudière de 30 mètres carrés de surface contenant de l'eau à la température de 144 degrés (trois atmosphères de pression) et exposée à une température extérieure de 8°,5 correspondrait :

à 333 kilogrammes de houille si la chaudière est sans enveloppe;
à 153 kilogrammes s'il y a une enveloppe en tôle mince;
à 130 kilogrammes si l'enveloppe est double en feutre;
à 103 kilogrammes dans le cas d'une enveloppe en liège.

Pour une dépense journalière moyenne de 1.164 kilogrammes, le refroidissement de la chaudière représenterait entre 24 p. 100 et 8,1 p. 100 de la consommation de charbon.

La conclusion du rapport de M. Sauvage était qu'il y

avait lieu de recommander l'exécution d'expériences scientifiques et d'observations pratiques sur les tubes de divers diamètres, sur l'influence du volume de la boîte à fumée et sur les divers systèmes spéciaux d'échappement.

Discussion. — M. Lancrenon, en terminant son exposé, formule des réserves sur l'avantage que présenteraient les grilles de grande surface préconisées par M. Sauvage. Cette observation a été appuyée par M. Clérault et combattue par d'autres membres; mais comme l'a fait observer M. Lancrenon, il n'y avait aucun intérêt à discuter cette question, puisqu'il s'agissait simplement de formuler des conclusions sur la nature des essais qu'il serait bon de recommander aux administrations de chemins de fer en vue du prochain Congrès.

MM. de Struve et Morandiere ont demandé que parmi les dispositifs dont on devra chercher l'influence sur la vaporisation on comprît les formes de cheminées et de pare-étincelles.

M. de Lœwy a présenté la même observation au sujet de l'influence que peut avoir la vitesse de marche sur la puissance de vaporisation.

Conclusions. — Les conclusions de M. Sauvage ont été complétées en tenant compte de ces dernières considérations, et elles ont été adoptées par la Section et par le Congrès dans les termes suivants :

« Le Congrès émet le vœu que les essais suivants « soient mis à l'ordre du jour de sa prochaine session :

1) « Essais sur les résultats donnés par les tubes suivant leur diamètre, leur longueur, leur système, leur « disposition dans la chaudière et le métal dont ils sont « formés ;

2) « Essais sur l'influence du volume de la boîte à

« fumée et des différentes formes de cheminées et de « pare-étincelles ;

3) « Essais sur les divers systèmes d'échappement ;

4) « Essais sur l'influence que peut avoir la vitesse « sur la production de la vapeur. »

QUESTION XI[A]

Hautes pressions.

Emploi des hautes pressions dans les locomotives. Moyens de les réaliser et de les utiliser.

Principe Compound. — Résultats comparatifs des locomotives ordinaires et des machines Compound ayant fait le même service sur les mêmes lignes avec les mêmes charbons et les mêmes matières grasses; consommation du charbon en poids, de graissage en poids, et dépenses d'entretien en argent par tonne kilométrique brute remorquée d'une part et par train-kilométrique d'autre part; variations de la charge remorquée.

Exposé. — Le rapport a été fait par MM. Parent, ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer de l'État français, et Carcanagues, ingénieur principal adjoint de la traction au chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Dans sa précédente session le Congrès avait émis l'avis que les machines Compound donnaient une économie de combustible, compensée en partie par une augmentation des frais d'entretien et de graissage; il recommandait néanmoins le développement des applications de ce système, qui lui paraissait convenir surtout dans les pays où le combustible est cher.

Après avoir rappelé ces faits et donné un tableau des locomotives Compound actuellement en usage, M. Parent fait remarquer que leur nombre est passé de 680 en 1889, à 1.858 en 1892, dont 1.371 à deux cylindres, 108 à trois cylindres et 379 à quatre cylindres.

La disposition dite anisométrique de M. de Landsee, avec deux cylindres de mêmes dimensions, ne s'est pas

répandue, bien qu'elle convienne dans le cas de trains légers à remorquer par des machines puissantes.

Les machines à deux cylindres inégaux continuent à être établies à peu près dans les conditions fixées par M. Mallet. M. Lindner a imaginé un appareil qui permet d'envoyer à volonté la vapeur de la chaudière dans le grand cylindre. Un grand nombre d'ingénieurs ont cherché à atteindre ce résultat automatiquement par l'emploi de pistons à surfaces différentielles. L'inconvénient de l'automaticité est qu'avec cette disposition l'introduction de la vapeur dans le grand cylindre est coupée avant la fin du démarrage.

M. Webb reste à peu près l'unique défenseur de la machine Compound à trois cylindres.

Le type à quatre cylindres séparés a été appliqué par la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée à des machines de grande et de petite vitesse, par M. Glehn à une machine à grande vitesse pour la compagnie du Nord français ; d'autres machines du même type, mais avec quelques modifications destinées à faciliter le démarrage, ont été commandées par M. Du Bousquet, ingénieur en chef du matériel et de la traction de cette compagnie. On a établi des bielles d'accouplement, et on a rendu possible l'envoi facultatif de la vapeur directement dans les grands cylindres, qui deviennent alors indépendants des petits.

Enfin M. Mallet a construit pour les chemins de fer à voie étroite, à profils sinueux et à faibles déclivités, des machines articulées à quatre essieux accouplés deux à deux.

Les machines à quatre cylindres en tandem ne sont en usage que sur le Nord français et sur les chemins de fer de l'État hongrois.

Les locomotives à quatre cylindres superposés deux à deux, système Vauclain, ont les tiges des deux pistons situés d'un même côté, fixées à la même crosse ; les

efforts étant inégaux, il doit se produire des effets de torsion qui présentent peut-être des inconvénients. Le mécanicien peut envoyer de la vapeur directement dans tous les cylindres. Ce système n'est appliqué qu'aux États-Unis.

Il reste à citer les machines à quatre cylindres concentriques deux à deux de M. Johnstone, ingénieur en chef de la traction du chemin de fer Central mexicain.

MM. Parent et Carcanagues déclarent, en terminant leur rapport, que leurs conclusions ne diffèrent pas de celles qui ont été adoptées par le précédent Congrès.

Discussion. — M. Kerbedz a sur son réseau 56 machines Compound, et bien qu'il ne puisse préciser l'économie de combustible qu'elles procurent, il est certain que cette économie est réelle. M. Keromnès déclare qu'au chemin de fer du Nord français, on a recherché plutôt la réduction des efforts exercés sur les essieux coudés que l'économie de charbon. M. Clérault fait observer que les machines Compound présentent une série d'avantages et d'inconvénients. Chaque compagnie poursuit un but déterminé dans l'application de ce système. On ne peut donc pas donner dans une formule une appréciation générale des Compound.

M. Kerbedz croit indispensable d'installer sur les machines à deux cylindres un appareil destiné à faciliter le démarrage.

M. Parent demande des renseignements sur l'économie réalisée dans la consommation d'eau ; c'est le seul élément qui fournisse des résultats comparables pour tous les pays. Seulement, comme le fait observer M. Kerbedz, on ne peut mesurer l'eau consommée que dans de véritables expériences, qui sont toujours conduites par des agents habiles. M. Brandt, professeur à l'Institut des voies de communication, dit qu'une année d'expériences

très précises lui a fait constater une économie de combustible de 15 à 17 p. 100. Il fait construire de nouvelles machines Compound avec l'appareil de démarrage Mallet, qui seul permet un démarrage rapide quand la température est très basse.

M. Clérault insiste sur la difficulté d'établir des comparaisons entre les dépenses de machines qui n'ont pas produit le même travail et qui n'étaient pas toujours dans des conditions identiques.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été adoptées par la 2e section et approuvées sans observations en séance plénière :

« Le Congrès constate que l'emploi du principe Com-
« pound offre entre autres avantages un moyen d'utilisa-
« tion des hautes pressions et une économie réalisée dans
« la consommation du combustible et de l'eau. Il estime
« que ce système permet une augmentation de puissance
« sans exagération de la fatigue des pièces ; il admet
« en revanche qu'il en résulte une certaine augmentation
« des frais d'entretien et de graissage pour les ma-
« chines possédant plus de deux cylindres et des chau-
« dières à plus haute pression que celles des machines
« ordinaires.

« Le nombre et la disposition des cylindres à employer,
« ainsi que l'usage d'un appareil de démarrage automa-
« tique, sont des questions d'espèce.

« Le Congrès est d'avis qu'il y a lieu de poursuivre la
« comparaison de la consommation d'eau dans les ma-
« chines Compound et les machines ordinaires, en ayant
« soin de choisir des locomotives dont les conditions de
« qualité, de service et de puissance soient aussi iden-
« tiques que possible ».

QUESTION XI^{B}

Hautes pressions.

Emploi des hautes pressions dans les locomotives. Moyens de les réaliser et de les utiliser.
Distributions diverses et autres systèmes.

Exposé. — Le rapport a été fait par M. W. Adams, directeur de la traction (locomotive engineer) du London and South Western Railway.

M. Adams montre par quelques chiffres l'élévation des pressions utilisées dans les chaudières de locomotives, pressions qui montent à 15 kilogrammes pour les dernières machines du chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée. Il examine ensuite les nouvelles dispositions adoptées pour résister à ces hautes pressions.

L'épaisseur de la tôle des boites à feu extérieures a été portée jusqu'à $16^{mm},5$; la rivure des tôles exige des soins particuliers ; le poinçonnage doit être proscrit, à moins qu'il ne soit fait à un diamètre inférieur et que le trou ne soit agrandi au foret ou à moins que la tôle ne soit soumise à un recuit. Le rivage mécanique est préférable ; il est nécessaire avec les rivets d'acier. La tôle de fer doit présenter une résistance de 33 à 35 kilogrammes avec des allongements de 12 à 16 p. 100. La tôle d'acier peut donner une résistance de 39 à 45 kilogrammes avec un allongement de 25 p. 100. L'acier doux obtenu dans les fours Siemens-Martin sur soles basiques paraît convenir très bien pour les tôles de chaudières. Pour la boîte à feu, on emploie exclusivement en Europe le cuivre rouge, aux États-Unis l'acier. M. Adams croit que les plaques d'acier doivent être minces et par conséquent être remplacées assez souvent.

La disposition des tubes par rangées verticales paraît

se développer plus que celle par rangées horizontales. L'usage des tubes en fer se répand de plus en plus.

L'essai des chaudières se fait en Angleterre avec de l'eau chaude, à une pression égale à une fois et demie la pression effective et on maintient cette pression pendant 10 minutes.

Pour utiliser les hautes pressions avec avantage, il faut pousser la détente dans les cylindres le plus loin possible. Ce résultat peut s'obtenir par la détente successive de la vapeur dans plusieurs cylindres ou par l'emploi de certains systèmes de distribution. Le but à poursuivre dans la combinaison d'une distribution est d'accroître le rendement de la vapeur par une détente le plus prolongée possible et par une diminution du laminage de cette vapeur à son entrée dans le cylindre. Une réduction des espaces neutres permet une réduction de la période de compression; la séparation des tiroirs d'échappement et d'admission évite les condensations de vapeur qui se produisent parfois au contact de la vapeur d'échappement dans les lumières d'admission.

Les enveloppes de vapeur autour des cylindres sont utiles quand la circulation de vapeur est active dans l'enveloppe ; M. Borodine a ainsi obtenu des économies de 15 p. 100; mais on est obligé de compliquer les dispositions des cylindres et d'y ajouter des appareils nouveaux pour la purge de l'eau de condensation, etc.

M. Adams estime que, pour donner de la vapeur sèche, la surface d'évaporation de l'eau doit être de 1 mètre carré par 15 mètres carrés de surface de chauffe. Il cite les essais de M. Polonceau pour détendre sans travail extérieur de la vapeur de 15 à 10 kilogrammes de pression, ce qui doit transformer en vapeur l'eau entraînée et ne faire arriver par conséquent aux cylindres que de la vapeur sèche.

Le tiroir à coquilles est encore le plus employé sur les

machines ; mais la résistance qui résulte du frottement du tiroir sur la glace sous une pression élevée est relativement considérable. On a cherché à la réduire en diminuant la course et la surface du tiroir, ce qui a l'inconvénient d'exagérer l'étranglement des lumières.

On diminue l'effort à faire par le mécanicien pour déplacer les tiroirs en remplaçant le levier par une vis à volant, dont le mouvement est quelquefois facilité par l'action d'un piston à vapeur et quelquefois même produit complètement par ce dernier appareil.

Une autre solution revient à diminuer la pression du tiroir sur le miroir en l'équilibrant. Le tiroir en D a été essayé, mais il est très difficile de donner le serrage voulu pour atténuer le frottement tout en conservant l'étanchéité de l'appareil. Le tiroir cylindrique réussit mieux, bien que l'on ait quelque peine à le maintenir étanche. Du reste, M. l'inspecteur général des ponts et chaussées Ricour, ayant remarqué que l'usure tenait à l'absorption des gaz chauds entraînant des particules solides lors de la marche à régulateur fermé, a remédié à cet inconvénient par l'emploi d'une soupape de rentrée d'air. Enfin, on a construit des tiroirs portant un cadre du côté opposé aux lumières ; ce cadre frotte contre le couvercle de la boîte à vapeur et ne reçoit que la pression atmosphérique ; c'est encore un moyen d'équilibrer le tiroir.

Discussion. — La discussion dans la deuxième section a porté principalement sur les systèmes de distribution et de tiroirs. M. Parent a donné des renseignements sur les résultats obtenus avec la distribution Bonnefonds en comparant des machines identiques à cet organe près ; on a trouvé que la consommation de charbon par kilomètre était de $8^k,884$ avec la distribution ordinaire et de $8^k,079$ seulement avec celle de M. Bonnefonds. Les dépenses de graissage ont été les mêmes.

M. Kerbedz déclare qu'il se sert de la distribution Joy, dont il est très satisfait.

M. Morandiere fait observer que, d'après M. Adams, on renonce à ce système en Angleterre. Au chemin de fer de l'Ouest, on a essayé les tiroirs équilibrés ; ils n'ont pas réussi ; on a alors adopté un système supprimant tout effort pour le mécanicien, qui n'a qu'à placer le levier au cran voulu ; la distribution se déplace automatiquement par l'action d'un piston à vapeur, dans le sens convenable.

M. Kerbedz répond qu'en Amérique on ne se sert plus que de tiroirs équilibrés. Ces tiroirs paraissent avoir donné de bons résultats à l'Est et au Nord français, de mauvais à l'Ouest. En présence de ces données contradictoires, M. Kerbedz propose de mettre la question à l'ordre du jour du prochain congrès.

Les conclusions acceptées par la Section ont été adoptées en séance plénière, avec quelques modifications demandées par M. Parent.

« *Conclusions.* — En présence de la pratique constatée « de l'Amérique, où l'usage des tiroirs équilibrés est géné- « ralement répandu, le Congrès émet le vœu que la ques- « tion des distributions dans les locomotives et l'emploi « des tiroirs équilibrés soient mis à l'ordre du jour de « la prochaine session du Congrès des chemins de fer. »

QUESTION XII

Matériel des lignes à faible trafic.

Dans quelle mesure y a-t-il lieu d'employer un matériel spécial (machines et voitures) pour l'exploitation des lignes à faible trafic ?

Exposé. — Le rapport a été fait par M. S. Abeles, inspecteur à la direction des chemins de fer de l'État hongrois.

En l'absence de M. Abeles, M. Morandiere, ingénieur des études du service du matériel et de la traction à la compagnie de l'Ouest français, a présenté l'analyse de ce travail.

On emploie en Allemagne, en Autriche-Hongrie et en Belgique, sur les lignes à faible trafic, soit des voitures à vapeur, soit des locomotives à 2 ou 3 essieux dont la charge par tonne ne dépasse pas 10 tonnes. En France, les chemins de fer de l'État se servent d'une locomotive-fourgon légère.

Pour les voitures, on préfère les voitures à couloir, comprenant des compartiments de plusieurs classes. Beaucoup d'administrations de chemins de fer utilisent sur les lignes secondaires leur vieux matériel.

Les locomotives à marchandises légères conviennent aux lignes secondaires ou d'intérêt local indépendantes, mais non aux lignes à faible trafic des grands réseaux, parce qu'elles peuvent devenir insuffisantes à certains moments.

Dans une note insérée à la suite du rapport, M. Henry Lambert, inspecteur général du Great Western Railway, expose que, dans le Royaume-Uni, les embranchements secondaires de chemins de fer sont exploités comme partie intégrante du réseau auquel ils appartiennent, c'est-à-dire avec le même matériel. Il n'y a d'exception à cette règle qu'en Irlande pour certaines lignes qui, d'ailleurs, sont plutôt de la nature des tramways.

Discussion. — M. Kerbedz estime qu'il est impossible de répondre d'une manière générale à la question de savoir si une grande compagnie doit employer pour ses lignes secondaires le même matériel que pour les autres, ou un matériel spécial.

D'une part, un matériel spécial permet une voie plus légère et plus économique; mais d'autre part, si le maté-

riel des petites lignes ne peut circuler sur tout le réseau, autant vaut construire ces lignes à voie étroite.

M. Belpaire dit qu'en Belgique on fait sur les lignes secondaires des économies d'entretien et de gardiennage en limitant la vitesse des trains à 45 ou 50 kilomètres. Le matériel de ces lignes doit pouvoir circuler sur les lignes principales, mais en modérant la vitesse des trains dont il fait partie. On utilise le vieux matériel, qui est généralement léger, en le modifiant pour y établir l'intercommunication.

On a seulement créé un matériel moteur spécial, à cause de la charge trop élevée, 14 tonnes par essieu, des machines de grandes lignes ; la limite a été fixée à 11 tonnes. Cependant, à cause de la réduction de vitesse, on peut faire circuler sur les lignes secondaires les machines à marchandises ordinaires.

M. Clérault fait remarquer que, sur l'Ouest, il y a des lignes à faible trafic avec rampes de 15 millimètres. Des machines puissantes sont indispensables ; sur d'autres parties du réseau les conditions sont différentes ; on y a créé un matériel spécial et adopté la voie étroite. Ailleurs, les exigences du roulement des mécaniciens rendent nécessaire le passage des fortes machines sur les lignes secondaires. Il s'agit donc d'une question d'espèces.

M. Kerbedz et M. Dragu, ingénieur en chef du service du matériel des chemins de fer de l'État roumain, sont d'avis qu'il convient de se servir sur les lignes secondaires du matériel vieux, ou léger, ou peu confortable, des grandes lignes, en un mot, du matériel déclassé, et que, pour les machines, la charge par essieu doit être réduite à la charge des essieux de wagons.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été proposées et adoptées tant par la deuxième section qu'en séance plénière :

« Pour certains réseaux, il est utile de spécialiser un « matériel plus léger sur les lignes secondaires à faible « trafic faisant partie d'un réseau d'intérêt général; pour « d'autres, au contraire, il convient, soit en raison du « profil, soit pour toute autre cause, d'employer un « matériel analogue à celui des grandes lignes, souvent « celui qui est de plus ancienne date ».

QUESTION XIII

Chauffage continu des trains.

Examen des divers systèmes de chauffage continu des trains à l'eau, à la vapeur, etc.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. N. Tchaïkovsky, ingénieur des mines, conseiller d'État actuel de Russie.

Les principales conditions auxquelles doit satisfaire un système de chauffage continu sont : une température moyenne, à l'intérieur des wagons, de 10° à 12° centigrades, facile à régler et à contrôler; une répartition égale de la chaleur dans toutes les parties du wagon et sur toute sa hauteur; des appareils solides, surtout aux articulations entre les wagons; une ventilation facile à régler et renouvelant 6 mètres cubes d'air par heure et par voyageur.

En Russie, le système le plus répandu est celui du baron Derschau; le chauffage se fait à la vapeur au moyen de chaudières; tantôt le générateur est placé au milieu du train, tantôt une chaudière sert pour 2 ou 3 wagons, tantôt chaque wagon a son appareil.

Le système suédois de M. Lillaenck est analogue.

M. l'ingénieur russe Berner se sert de la vapeur de la locomotive.

La vapeur pénètre dans les tuyaux avec une pression réduite, et elle n'y circule pas; l'eau de condensation se réunit dans des réservoirs placés sous les voitures.

En Allemagne, on applique les systèmes Klotze, Storkenfeld, de la direction de Bromberg, Fischer von Rösterstamm.

En Belgique, M. Belleroche, ingénieur en chef au chemin de fer Grand Central belge, fait circuler de l'eau chaude du tender dans un double tuyau qui règne sur toute la longueur du train et qui la ramène à la machine. L'eau est lancée par des injecteurs Körting; en hiver, il faut quelquefois commencer par une injection de vapeur. Dans une expérience, par une température de — 6°, on a constaté que les températures des tuyaux étaient de 65° au départ et 38° au retour dans la première voiture du train, de 55° dans la dernière voiture.

Au bout de deux heures, la température de l'air des voitures était montée de + 2° à + 12°.

M. Tchaïkovsky conclut que, parmi les systèmes de chauffage continu, il est rare d'en trouver un qui soit combiné en vue non seulement de chauffer le bas des voitures, mais encore de chauffer uniformément l'air intérieur et de le renouveler.

Au rapport sont annexés deux documents.

Une note de M. Urban, ingénieur en chef du chemin de fer Grand Central belge, est relative à la durée des tuyaux de raccord en caoutchouc pour chauffage à eau chaude; la durée moyenne serait de 5,3 années.

Une note de M. Dery, ingénieur principal des chemins de fer de l'État belge, concerne les systèmes de chauffage continu des trains des États-Unis. Les systèmes Pennycuick, Gold, Gibbs, Sewall, Ely sont tous basés sur l'emploi de la vapeur de la machine.

Discussion. — M. Kerbedz fait remarquer que les locomotives ne produisent souvent qu'à peine la vapeur nécessaire à la traction du train; or, le chauffage d'un train exige une quantité de vapeur qui n'est pas négli-

geable. M. Tchaïkovsky répond que des expériences exécutées en Amérique ont fait reconnaître que le chauffage continu ne donnait lieu qu'à une faible dépense correspondant à l'allocation supplémentaire de combustible accordée au mécanicien. Il ajoute que, dans ses conclusions, il ne veut pas demander la suppression des appareils isolés, mais le remplacement des poêles par d'autres appareils.

M. Clérault cite le cas des trains de banlieue, qui doivent être déformés et reformés constamment, et sur lesquels on ne peut installer le chauffage continu ; dans ce cas, le thermo-siphon est la meilleure solution.

Un membre signale les dangers que font courir aux voyageurs des tuyaux dans lesquels circule de la vapeur à la pression de 4 ou 5 atmosphères, pression indispensable pour les trains un peu longs.

M. Lancrenon fait observer qu'avec les voitures à étages, le chauffage continu et le thermo-siphon sont inapplicables. Sur l'Est français, on essaie pour les trains longs l'emploi de tubes d'assez fort diamètre (45^{mm}), dans lesquels on fait passer un mélange de vapeur et d'air comprimé. La différence de pression aux deux extrémités d'un train de 14 voitures n'est alors que de $1^{k},500$; on a $2^{k},500$ en tête du train et 1 kilogramme en queue.

M. Acker, agent général en Russie de la Compagnie internationale des wagons-lits, fait un court historique du chauffage des voitures en Amérique ; c'est en vue d'éviter les incendies, qui ont donné lieu à des accidents terribles, que l'on a exigé des compagnies américaines le chauffage continu à la vapeur.

M. Belleroche voudrait que ce mode de chauffage fût imposé dans les relations internationales.

La deuxième section n'a pas cru devoir s'associer à ce vœu.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été finalement adoptées en section et en séance plénière :

« Le Congrès a écouté avec intérêt la description des « différents systèmes de chauffage continu et a constaté « que, si le chauffage continu peut présenter dans cer- « tains cas des avantages pour les climats rigoureux, il « n'est pas susceptible d'application dans d'autres cir- « constances, qui exigent d'autres procédés ».

QUESTION XIV

Roulement des machinistes.

Résultats obtenus par l'emploi de la double équipe et de l'équipe banale au point de vue :

1° De l'utilisation des machines;

2° Des dépenses spéciales des machines (combustible, graissage, entretien);

3° De l'amélioration du service des machinistes et des chauffeurs.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Masui, ingénieur en chef directeur de service aux chemins de fer de l'État belge.

Après avoir rappelé l'historique de la question aux Congrès de 1885 et 1887, M. Masui constate que le système de l'équipe banale a perdu du terrain. Les essais entrepris au chemin de fer de l'Ouest de la Russie et au chemin de fer de Fastov n'ont pas réussi. Au Nord français, l'équipe banale n'est établie que pour des trains-tramways ; la Belgique la repousse, et les États-Unis recommandent maintenant la double équipe.

A côté de la simple équipe et de la double équipe, les chemins de fer hollandais, le Nord et l'Ouest français ont créé un système mixte, dit service à trains intercalés ou service à équipe auxiliaire, qui consiste à attacher à chaque machine un personnel titulaire, relayé pendant ses repos par un personnel auxiliaire, soit mécanicien et chauffeur, soit un seul agent fonctionnant

comme chauffeur avec le mécanicien titulaire et comme mécanicien avec le chauffeur titulaire.

La double équipe a pris un grand développement sur les lignes des chemins de fer de l'État belge; elle est appliquée sur l'Ouest français, sur le chemin de fer du Gothard et en Suède.

En Belgique, sur les lignes de Bruxelles à Arlon, l'équipe double a permis d'augmenter le parcours des locomotives; il est de 30.000 kilomètres avec l'équipe simple. En 1890, sur cent cinquante machines à double équipe, soixante-dix-huit ont fait plus de 35.000 kilomètres en donnant un parcours moyen de 48.000 kilomètres.

Il est difficile de comparer les dépenses de charbon parce que le type de machine a changé; on peut dire cependant que la consommation par kilomètre est montée de 18 kilogrammes à $19^{kg},2$, pour un excédent de 12 p. 100 dans la vitesse et de 20 p. 100 dans les charges remorquées, de sorte que, dans des conditions identiques, on semblerait devoir obtenir une économie avec l'équipe double à cause de la suppression des mises hors feu et des allumages quotidiens.

M. Masui conclut qu'au point de vue de l'économie d'immobilisation la double équipe donne le maximum de rendement au même degré que la banalité; elle sauvegarde les mesures qui doivent pourvoir au bon état d'entretien du matériel. Il estime que la banalité est avec raison de plus en plus discréditée et que le système de l'équipe simple recevra un coup sensible par suite de la tendance à diminuer progressivement le temps de travail journalier du personnel.

Discussion. — M. Masui a présenté à la deuxième section, une série de conclusions qui ne figuraient pas dans son rapport et qui précisaient sa pensée. Il y était dit

que l'équipe double convient particulièrement quand le travail des deux équipes laisse dans les vingt-quatre heures un temps d'arrêt suffisant pour la visite, l'entretien et le nettoyage journalier du moteur, qu'elle donne son rendement maximum sur les lignes à trafic constant et à dépôts suffisamment rapprochés, qu'elle peut alors être établie sans aucune augmentation de personnel, et enfin que la banalité ne doit pas être acceptée pour un service régulier et pour un trafic normal.

M. Kerbedz admet que l'on repousse en général la banalité dans un service régulier; mais il pense que le choix ne doit pas se porter nécessairement sur l'équipe double; c'est une question d'espèce. Avec des dépôts distants de 150 kilomètres, il ne peut appliquer ce système; il a été obligé de recourir à la banalité. En Belgique, c'est-à-dire sur un réseau à mailles serrées, il adopterait l'équipe double. Il ne veut donc pas que l'on proscrive l'équipe banale; si avec une machine il parcourt 40.000 kilomètres au lieu de 20.000 kilomètres, il perdra sur les frais de traction et d'entretien, mais il gagnera sur l'amortissement et l'intérêt du capital consacré à l'achat du matériel.

M. Parent s'élève contre les conclusions relatives à la double équipe; il déclare que, sur les chemins de fer de l'État français, un ingénieur partisan de la banalité et de la double équipe a été chargé d'établir dans son service ce dernier mode de roulement. La consommation de combustible a augmenté de 11 p. 100, celle des matières grasses de 24 p. 100. On a dû renoncer à continuer l'expérience.

M. Parent attribue ce résultat à la division de la responsabilité entre les deux équipes.

M. Lancrenon expose que les difficultés créées par la loi suisse sur le travail des agents avaient amené des compagnies à établir la banalité en supprimant les

primes d'économie; les résultats ont été déplorables; on a dû revenir autant que possible au principe de la spécialisation.

M. Clérault a proposé une rédaction qui, tout en signalant l'infériorité du système de banalité dans les cas les plus ordinaires, reconnaissait qu'elle pouvait être employée dans certains cas spéciaux; cette rédaction a été acceptée.

Conclusions. — Les conclusions de la Section ont été arrêtées dans les termes suivants et votées sans discussion en séance plénière :

1) « Toutes les questions de roulement des machines « et des mécaniciens sont des questions d'espèce.

2) « La banalité absolue, qui ne laisserait aucune « réserve de machines, doit être complètement exclue.

3) « En principe, et sauf des cas spéciaux, la bana« lité n'est pas à recommander sur la plupart des che« mins de fer dans les services normaux.

4) « La double équipe et les services similaires « peuvent être avantageusement employés, mais dans « des cas d'espèce ».

Ces conclusions sont adoptées.

QUESTION XV A, B, C, D

Renseignements techniques de la 2e section.

Coordination des renseignements techniques à recueillir conformément aux formulaires adoptés par le Congrès sur :

A. *La consommation du combustible dans les locomotives.* (Formulaire IV.)

B. *Les tubes à fumée.* (Formulaire V.) — Emploi de tubes en laiton, en fer ou en acier, raboutis ou non raboutis, munis ou non munis de viroles; entartrage; action sur les plaques tubulaires, usure des tubulures, détresses en route, dépenses d'établissement et d'entretien, etc.

C. *Les bandages.* (Formulaire VI.) — Emploi de différents métaux et mode de fixation pour matériel de même nature, au point de vue de l'usure, des ruptures, de l'écrasement, du desserrage, etc.

D. *Le graissage des locomotives.* (Formulaire VII.) — Poids et valeur des matières consommées; emploi, pour des locomotives semblables et faisant le même service, des divers systèmes de graisseurs pour tiroirs, boîtes et mouvements et des différentes matières grasses; influence de la nature des surfaces frottantes : fonte, acier, fer cémenté et trempé, bronze, garnis ou non d'antifriction, etc.

Exposé. — Les rapports ont été faits : pour les *littera* A et C par M. Hodeige, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge; pour le *littera* B par M. Bartoldo, ingénieur en chef de division, directeur des ateliers de Turin de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée; pour le *littera* C par M. Hubert, ingénieur en chef directeur d'administration aux chemins de fer de l'État belge.

L'exposé du littera B, a été présenté par M. Masui, en l'absence de M. Bartoldo.

Littera A. — Les renseignements fournis par les administrations de chemins de fer ont été résumés dans les formulaires; mais ces éléments ne sont guère comparables en ce qui concerne la consommation de combustible par unité transportée, la nature des combustibles et la puissance des machines.

Le système des primes d'économie est généralement appliqué. En Angleterre, par exemple, il consiste en une allocation supplémentaire accordée aux mécaniciens qui font une dépense raisonnable de charbon. Dans d'autres pays, la prime est calculée suivant l'économie réalisée par chaque agent sur une allocation déterminée accordée par unité de travail. Enfin, quelquefois, on établit entre plusieurs mécaniciens une sorte de concours, de manière à avantager ceux qui ont fait les économies les plus fortes.

Les essais faits par les compagnies pour tirer un meilleur parti du combustible comprennent l'emploi de voûtes en briques dans les foyers, l'adoption du système Com-

pound, l'emploi de menus en forte proportion, l'adoption par l'Est français d'un nouveau type de chaudière.

M. Hodeige a placé à la fin de son rapport une note très intéressante sur le chauffage des locomotives avec les résidus de naphte, système très répandu maintenant en Russie.

Le naphte est lancé dans le foyer par un pulvérisateur, c'est-à-dire par un injecteur qui projette un mélange de vapeur et de pétrole; tantôt l'air pénètre par des ouvertures spéciales, tantôt il est entraîné par le pulvérisateur lui-même.

On doit protéger les parois du foyer contre le jet par une voûte en briques, à moins qu'il n'y ait deux ou quatre pulvérisateurs opposés de manière que ces jets se rencontrent et maintiennent les matières en combustion au milieu du foyer. Tel est le cas du système Evardovsky. Dans le système Urquhart, le pétrole arrive d'un seul côté et la voûte est indispensable. Le chemin de fer du Great-Eastern a essayé une disposition mixte: on brûle du charbon pour l'allumage et on maintient toujours du charbon en ignition sur la grille, afin de pouvoir substituer à un instant quelconque le chauffage ordinaire au chauffage par le pétrole.

Dans tous les pays où les huiles lourdes peuvent être livrées à bon compte, il y a grand intérêt à les utiliser, attendu que leur pouvoir calorifique paraît être à celui de la houille dans le rapport de 18 à 10.

Littera B. — Les renseignements fournis par les administrations de chemins de fer sont peu nombreux; il paraît, cependant, en résulter que: 1° la nature du métal des tubes a peu d'influence sur la vaporisation; 2° l'emploi des tubes en fer s'étend; ces tubes donnent de bons résultats quand l'eau d'alimentation est pure; 3° les plaques tubulaires sont toujours en cuivre rouge dans le foyer, en fer ou en acier dans la boîte à fumée; 4° pour

les tubes en fer, le fer au bois avec soudure par recouvrement ou le fer homogène sans soudure doivent être préférés; 5° on met les tubes hors de service quand l'usure est de 30 à 45 p. 100 du poids primitif du tube.

Littera C. — Des données statistiques fournies par les chemins de fer, on peut conclure que pour les bandages la consommation utile, c'est-à-dire celle qui résulte de l'usure par roulement et de la perte de matière au tournage. représente à peu près la moitié du poids du bandage. Les épaisseurs minima admises en service diffèrent peu en général de 30 millimètres pour les bandages de machines et de 20 millimètres pour ceux du matériel de transport. Les bandages en fer sont de moins en moins usités. On paraît renoncer à fixer les bandages à la roue au moyen de rivets ou de boulons traversant la jante de part en part et au moyen de vis à tête, pour donner la préférence aux systèmes de fixation par attache continue.

Littera D. — En ce qui concerne le graissage des locomotives, il faut signaler un progrès constant dans l'emploi de l'huile minérale; elle commence à être utilisée en mélange même dans les pays qui ne se servaient précédemment que d'huiles végétales.

Les essais d'emploi de la graisse solide n'ont pas donné de résultats favorables et la plupart des compagnies qui les avaient entrepris y renoncent. Les appareils de graissage à distance, mis à portée du mécanicien, se répandent de plus en plus.

Discussion. — A propos du *littera* B, M. Hodeige a présenté quelques observations au sujet de la critique faite dans le rapport du système adopté par l'État belge pour évaluer la durée moyenne des tubes en cherchant au bout de combien de temps la moitié des tubes a été changée. On a trouvé ainsi une durée de sept ans envi-

ron en Belgique, de neuf ans au chemin de fer de la Méditerranée (Italie). Ces durées correspondent à des parcours de 293.000 et 183.000 kilomètres; l'État français estime que les tubulures peuvent fournir un parcours de 1.000.000 kilomètres pour les machines à voyageurs et de 600.000 kilomètres pour celles à marchandises. La différence de ces évaluations parait peu explicable à M. Hodeige. M. Parent maintient l'exactitude des renseignements donnés par les chemins de fer de l'État français.

MM. Kerbedz et Clérault ont demandé que l'on ajoutât aux questions à traiter par le prochain Congrès celles des tubes à fumée et des fuites dans les plaques tubulaires.

Tenant compte de cette proposition, les Sections ont adopté les conclusions suivantes, qui ont été également votées par le Congrès en séance plénière :

« *Conclusions.* — Le Congrès prend acte des renseignements nombreux et très intéressants fournis par « les différentes administrations et complétés par plusieurs membres.

« Il exprime, en outre, le vœu que la question des « tubes à fumée et, spécialement, celle des fuites dans « les plaques tubulaires, soient classées parmi les questions spéciales à traiter dans une session ultérieure du « Congrès ».

QUESTION XV E, F, G, H, I

Renseignements techniques de la 2e section.

Formation d'un formulaire de renseignements techniques à recueillir en vue d'une nouvelle session du Congrès sur :

E. *Les essieux coudés.* — Emploi des différents métaux et détails de construction, frettes, boulons, etc.

F. *Les foyers des locomotives.* — Emploi des foyers en fer, en acier ou en cuivre; entartrage, étanchéité, usure, poids de la machine, frais d'établissement et d'entretien, etc.

G. *Les chaudières des locomotives.* — Emploi des tôles de fer ou d'acier; construction et entretien; procédés spéciaux de travail et précautions employées.

H. *Le graissage des véhicules.* — Divers systèmes de graissage des véhicules. Fréquence des chauffages et variation de la résistance des trains suivant : le métal des coussinets, la matière grasse, la vitesse, la charge sur les fusées.

I. *Les machines de manœuvre.* — Conditions de construction et d'emploi des machines de manœuvre pour les gares, et résultats au point de vue de la facilité et de la rapidité de la manœuvre.

Exposés. — Les exposés ont été faits pour :

le *littera* E, par sir Fairnbairn, administrateur du Great Northern Railway;

le *littera* F, par M. Hodeige, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge;

le *littera* G, par M. Belleroche, ingénieur en chef du chemin de fer Grand Central belge;

le *littera* H. par M. Huebschmann, ingénieur conseiller d'État et inspecteur principal du contrôle de l'État de la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie;

le *littera* I, par M. Antochine, ingénieur en chef du service du matériel roulant et de la traction du chemin de fer de Libau-Romny.

Discussion. — A propos du *littera* E, M. Clérault a signalé l'intérêt qu'il y aurait à déterminer l'influence des changements de voie à petit rayon sur la durée des essieux coudés.

Il nous est impossible d'ailleurs d'analyser les formulaires qui ont été proposés par les rapporteurs et de les reproduire, à cause de leur étendue. Ils ont été adoptés tels qu'ils avaient été présentés, sous réserve de l'addition réclamée par M. Clérault.

Conclusions. — Les conclusions de la Section et du Congrès ont été les suivantes :

« Le Congrès adopte, avec quelques modifications, les « formulaires proposés par les différents rapporteurs. »

QUESTION XVI A

Signaux fixes et block-system.

Signaux fixes. — Quelle est la position normale adoptée par les administrations des grands réseaux ferrés pour les signaux fixes de diverses espèces? Indiquer les motifs qui ont déterminé à cet égard la décision de chaque administration.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Flamache, ingénieur à la direction des voies et travaux des chemins de fer de l'État belge.

M. Flamache a résumé les renseignements qu'il avait reçus au sujet de la position normale donnée aux signaux sur les différents réseaux pour assurer la protection des ponts tournants, des bifurcations et traversées, des haltes sans liaison de voies, des stations intermédiaires avec liaisons de voies, des postes de block à double voie et à simple voie, enfin des stations d'échange et de bifurcation et des grandes gares terminus.

Il a constaté la tendance des exploitants à généraliser la voie fermée déjà appliquée presque partout aux ponts tournants, aux bifurcations, aux traversées à niveau, aux stations importantes et aux signaux de block sur les lignes à simple voie; la voie normalement ouverte serait, au contraire, la règle des lignes à double voie sur le continent européen; mais elle ne peut plus garantir la sécurité, quand la circulation devient intense, quand les trains marchent à des vitesses très différentes et que les réseaux se compliquent.

Discussion. — M. Blagé, directeur de la compagnie du Midi français, et M. Pol-Lefèvre, chef-adjoint du mouvement de l'Ouest français, font observer que la voie normalement ouverte présente des avantages, notamment aux bifurcations d'une ligue importante avec une ligne

secondaire, où il y a intérêt à laisser la première ligne ouverte pour favoriser le passage sans arrêt des trains de grande vitesse.

M. Berquet, sous-chef d'exploitation de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, les délégués des chemins de fer de l'État belge et Sud-Ouest russes, dont les réseaux sont exploités à voie normalement fermée, déclarent que ce système donne d'excellents résultats.

M. le général Hutchinson, délégué du Board of Trade, croit préférable de mettre normalement les signaux de gare à voie fermée. Quelques compagnies anglaises ont adopté la solution contraire, et plusieurs accidents récents tendent à faire supposer que la voie normalement fermée aurait présenté plus de sécurité.

Conclusions. — Après cet échange d'observations, les conclusions suivantes, à peu près identiques à celles du rapporteur, ont été adoptées par la deuxième section et ensuite par le Congrès :

« La tendance est de faire de plus en plus usage de la « position normale fermée.

« Les ponts tournants, bifurcations, traversées à niveau « sont déjà sous ce régime, ainsi que les stations impor- « tantes sur la plupart des réseaux.

« Pour les haltes et stations peu importantes la posi- « tion ouverte semble préférée.

« Les signaux de block, sur les lignes à simple voie, « sont toujours *à l'arrêt* normalement. Au contraire, sur « les lignes à double voie et à block, la position *ouverte* « est généralement la règle, sauf sur certaines lignes à « exploitation tendue et difficile. »

QUESTION XVI B

Signaux fixes et block-system.

Block-system. — Quelles sont les garanties considérées comme suffisantes par les administrations des grands réseaux ferrés dans la réalisation du block-system et de l'interlocking-system, en tenant compte de la vitesse des trains, de l'intensité du trafic et des conditions d'établissement des lignes parcourues ? Quelles sont les raisons données par chaque administration à l'appui de son opinion ?

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Ramæckers, ingénieur en chef, directeur de l'exploitation des chemins de fer de l'État belge.

En l'absence de M. Ramæckers, la question a été exposée par M. Flamache.

On peut répartir les systèmes de block en cinq grandes catégories :

1° Les signaux qui s'adressent aux trains et les appareils de correspondance des postes sont indépendants;

2° Un enclenchement des signaux et des appareils de correspondance empêche mécaniquement toute contradiction entre la manœuvre des signaux et les communications échangées par les appareils;

3° Emploi d'un moyen qui donne, indépendamment des signaux s'adressant aux trains, toute garantie que deux trains ne parcourent pas en même temps en sens contraire la même voie d'une section de block;

4° Systèmes dans lesquels l'action du train s'ajoute à celle du personnel pour le fonctionnement du block;

5° Systèmes purement automatiques.

Dans chaque catégorie, suivant les dispositions adoptées, le block peut être absolu ou primitif.

La première catégorie comprend les blocks Cooke, Regnault, Clarke, Hyer, Preece, etc.

La seconde catégorie satisfait toujours à la première des conditions suivantes, quelquefois aux deux autres.

a) Lorsque le signal d'un poste est mis à l'arrêt, il se trouve enclenché par le fait et ne peut plus être replacé au passage sans qu'un déclenchement ait été envoyé par le poste d'aval (Block Siemens et Haske jumelé.)

b) Le déclenchement autorisant la mise au passage du signal du poste d'amont ne peut être donné que lorsque l'agent d'un poste d'aval a placé son signal à l'arrêt.

c) Deux déclenchements envoyés au poste d'amont doivent nécessairement être séparés par un déclenchement reçu du poste d'aval (Block Siemens et Halske simple, Block Flamache sans pédale, Block Paris-Lyon-Méditerranée).

La troisième catégorie a pour type le Staff system (Bâton pilote). Au lieu d'avoir un seul objet à remettre aux trains dans chaque section, on peut en avoir une série dont un seul n'est pas immobilisé; tel est le principe du Tyers' tablet system, du Neales train ticket et de l'Electric Staff de Webb et Thompson. Ce dernier est identique au Staff system, sauf qu'à chaque extrémité de la Section, il y a une boite renfermant une série de bâtons; on ne peut en sortir qu'un à la fois, et quand cette opération a été faite, il n'est plus possible de sortir un second bâton de l'une ou de l'autre boîte avant d'avoir remis le bâton sorti dans l'une ou l'autre boîte.

Les systèmes de la quatrième catégorie remplissent quatre conditions :

a) Manœuvre des signaux qui commandent aux trains par la main de l'homme ;

b) Enclenchement du signal mis à l'arrêt jusqu'à libération par le poste d'aval ;

c) Possibilité d'envoyer plusieurs déclenchements successifs au poste d'amont lorsque le signal est à l'arrêt; impossibilité de transmettre le premier déclenchement avant cette mise à l'arrêt ;

d) Nécessité absolue de séparer deux déclenchements

consécutifs envoyés au poste d'amont par une action sur les appareils du poste produite au point convenable par le train sortant de la section d'amont.

L'appareil Hodgson et l'appareil Flamache avec pédales répondent à ce programme. On a reproché à ces appareils l'emploi d'une pédale, qui est un organe délicat. M. Ramæckers, pour répondre à cette objection, cite les résultats fournis par la pédale Sykes (un raté sur 219.000 opérations), la pédale Spagnoletti (un raté sur un million d'opérations), la pédale Radcliffe (aucun raté en trois ans), la pédale Le Boulangé (aucun raté en quinze ans).

Le seul défaut des blocks de la quatrième catégorie est la possibilité pour un agent de ne pas remettre le signal à l'arrêt après le passage d'un train. Un appareil Aubine supprimerait cet inconvénient. Pour atteindre la perfection, il faudrait que cet appareil ne fonctionnât qu'après le passage de la dernière voiture du train.

Les blocks purement automatiques n'existent qu'en Amérique.

Le système de Hall fonctionne sur l'Eastern Railroad; l'automatic clockwork track circuit system, dont les manœuvres des signaux se font par l'action d'un contrepoids, est établi sur le chemin de fer de Boston et Albany; l'Electropneumatic track circuit system, qui emploie l'air comprimé, est installé sur le chemin de fer de Pennsylvania East of Pittsburgh, etc.

A côté du block system, a pris naissance en Angleterre l'interlocking system, que M. Ramæckers définit comme il suit :

« Par des signaux bien visibles le jour et la nuit, dire « avec certitude au machiniste qu'il peut rouler franche« ment à travers les sections dangereuses, lorsque tout « est préparé pour son passage en absolue sécurité. »

On obtient ce résultat en enclenchant les aiguilles avec les signaux.

M. Ramæckers appelle section d'itinéraire de train la partie de voie sur laquelle un train circule entre le signal d'accès et l'aiguille la plus éloignée enclenchée avec lui. Il distingue alors dans l'interlocking system le mode rigide usité en Allemagne et avec lequel la zone dangereuse ne comporte qu'une section d'itinéraire, le mode élastique répandu partout ailleurs et qui consiste dans la division de la zone dangereuse en plusieurs sections d'itinéraires. Le mode rigide ne permet que le passage d'un train à la fois, le mode élastique facilite l'exploitation.

Avec ce dernier système, il serait utile d'avoir, dans certaines gares, un signal spécial ne s'adressant qu'aux express et dont la position à voie libre signifierait que le passage peut avoir lieu sans difficulté à travers toute la zone dangereuse. M. Ramæckers exprime, en terminant, le desideratum que l'on trouve un dispositif pour diriger sur une voie libre le train qui franchirait un signal à l'arrêt et pour l'arrêter au besoin automatiquement.

En annexe au rapport se trouvent les réponses des administrations de chemins de fer au questionnaire qui leur avait été adressé et la description de divers appareils, parmi lesquels nous citerons la pédale Janssen frères, expérimentée actuellement en Belgique. Une traverse est garnie de deux fers cornières latéraux qui sont fixés sur elle à ses extrémités seulement. Au passage d'un train, le milieu de la traverse, qui n'est pas soutenu, fléchit par rapport aux fers, et cette dénivellation est utilisée pour établir un contact électrique pendant toute la durée du passage d'un train.

Discussion. — M. le président fait remarquer que les blocks purement automatiques sont encore loin d'être réalisés.

En réponse à une observation sur l'obligation imposée

en France aux agents de couvrir un train arrêté par un sémaphore en pleine voie, M. Flamache déclare qu'en Belgique la tendance est de compter tout à fait sur le block et de supprimer la protection par les agents des trains arrêtés en pleine voie.

Un membre fait connaître qu'en Russie c'est le block de la quatrième catégorie qui est le plus usité.

Répondant à une objection faite par plusieurs délégués, M. Flamache reconnaît que les pédales actionnées par la flexion des rails ou l'enfoncement des traverses ont leur fonctionnement entravé par la gelée.

M. Piéron, ingénieur en chef à la compagnie du Nord français, voit deux inconvénients à l'emploi des pédales de la quatrième catégorie de blocks; elles endorment la vigilance des agents et fonctionnent d'autant plus mal que la voie est plus rigide et plus lourde, c'est-à-dire meilleure.

M. Flamache répond que les agents ne sont nullement dispensés, en Belgique, de manœuvrer les signaux, et qu'ils ignorent même la manière dont agissent les pédales, qui sont de simples appareils de déclenchement.

M. le général Hutchinson dit qu'en Amérique les pédales sont très employées, et que la dernière voiture du train ouvre seule la section, afin de parer aux ruptures d'attelage.

A propos des mots « permissif » et « absolu », M. Piéron fait observer qu'un block absolu au sens strict du mot rendrait impossible toute exploitation intense. En France, on désigne ainsi le système où le mécanicien ne peut franchir le signal fermé que sous certaines conditions et après avoir marqué l'arrêt. Quant au signal d'express dont a parlé M. Ramæckers, il existe sur le chemin de fer du Nord français, sous forme d'un damier tournant vert et blanc. Les délégués des chemins de fer d'Orléans et du Paris-Lyon-Méditerranée considèrent le disque

avancé manœuvré par les postes Saxby comme répondant au même but.

Au sujet des transmissions hydrauliques pour manœuvres de signaux et d'aiguilles à distance, de nombreux délégués déclarent que les conduites contenant de l'eau additionnée de glycérine supportent, sans inconvénient, des froids de — 20°.

Conclusions. — Les conclusions suivantes présentées à la section par son président ont été votées; elles ont été également adoptées par le Congrès en séance plénière.

« *Block-system.* — Le Congrès suit avec le plus grand « intérêt les progrès réalisés dans les appareils destinés « à l'application du block-system. Il constate qu'il y a « une tendance à solidariser les signaux télégraphiques « échangés entre les stationnaires avec les signaux « optiques s'adressant aux trains, de façon à assurer « mécaniquement la position convenable de ces derniers « signaux.

« Quant à l'emploi de dispositifs destinés à faire agir « les trains eux-mêmes sur les appareils du block, le « Congrès pense qu'il y a lieu de réserver la question.

« En ce qui concerne les appareils exclusivement auto- « matiques, le Congrès estime que, dans les conditions « actuelles, on ne saurait faire reposer la sécurité sur « leur emploi.

« *Interlocking system.* — Sur ce point spécial, le « Congrès constate que les divers systèmes d'enclenche- « ment appliqués sur les différents réseaux répondent « aux besoins de la sécurité.

« Il fait toutes réserves au sujet du projet de signal, « dit express, esquissé dans le rapport.

« Il ne saurait se rallier à l'idée qui a été émise de « diriger automatiquement sur une voie de sécurité les

« trains qui auraient indûment franchi un signal à l'arrêt « absolu. »

QUESTION XVII

Éclairage des signaux.

Moyens d'augmenter la visibilité des signaux de la voie et des trains en temps de brouillard et d'éviter les extinctions; emploi de l'électricité.

Exposé. — L'exposé a été fait par MM. Dumont, ingénieur des services techniques de l'exploitation des chemins de fer de l'Est français, et E. Sartiaux, inspecteur, chef des services électriques au chemin de fer du Nord français.

Trente-huit administrations de chemins de fer ont fourni des renseignements.

Pour l'éclairage des signaux de la voie et des gares, trente-six compagnies emploient le pétrole, six le gaz, huit l'huile végétale. A part les chemins de fer Andalous, de l'État égyptien et Central norwégien, l'huile végétale ne sert que pour les lanternes à main et les lanternes de barrières. Le pétrole est préféré à cause de l'économie réalisée sur la matière première et sur le nettoyage et l'entretien des appareils, à cause de son plus grand pouvoir éclairant et, enfin, à cause de la température très basse à laquelle il se congèle (— 23°).

Une des difficultés de son application est l'extrême sensibilité de la flamme.

M. Dumont signale l'effet considérable produit par les réflecteurs, qui augmentent la visibilité du signal dans le rapport de 100 à 460 et même 1200. Par contre, l'interposition de verres colorés verts ou rouges absorbe de 85 à 95 p. 100 de la lumière.

Il importe de savoir si une lanterne que les agents ne peuvent apercevoir est bien allumée. Le chemin de fer

Paris-Lyon-Méditerranée emploie, à cet effet, un thermomètre métallique placé au-dessus de la flamme et qui, échauffé, établit un contact électrique actionnant une sonnerie.

L'emploi du gaz ne paraît pas économique quand son prix est supérieur à 0f,16 le mètre cube.

L'électricité commence à être appliquée au Nord français, au Paris-Lyon-Méditerannée, au Great Western et aux chemins de fer de l'État égyptien. Des dispositions sont prises pour parer à l'extinction intempestive d'une lampe par usure ou par toute autre cause; on peut, avec ce mode d'éclairage, maintenir la lampe éteinte quand le signal est ouvert, ce qui, dans certaines gares, réaliserait une économie sérieuse et ferait disparaître la complication des signaux visibles.

Pour les signaux des trains, on emploie maintenant le pétrole; vingt-huit administrations sur les trente-huit qui ont donné des renseignements se servent du pétrole pour les falots des machines; sept, de l'huile végétale; trois, de pétrole et d'huile végétale. Pour les falots d'arrière, dix-neuf compagnies emploient le pétrole; dix-sept, l'huile végétale; deux, le pétrole et l'huile.

Les signaux de côté sont alimentés au pétrole dans seize administrations seulement.

L'éclairage des trains au gaz commence à se répandre. On a fait également des essais pour l'éclairage des trains et de l'avant des trains à l'électricité; mais les renseignements précis sur les résultats de ces essais manquent.

Discussion. — M. Flamache a appelé l'attention sur la nécessité de soumettre les verres employés pour les signaux à une épreuve avec les appareils d'éclairage eux-mêmes et non avec la lumière solaire, parce que la décomposition subie par une lumière au passage des

verres colorés est très différente suivant la nature de cette lumière. Il a constaté notamment qu'il conviendrait d'éviter l'emploi des verres de couleur violette ou de couleurs avoisinant le violet dans le spectre, parce qu'ils ne donnent pas de bons résultats.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été successivement adoptées par la troisième section et par le Congrès en séance plénière :

« Les diverses administrations de chemins de fer ont « une tendance à généraliser l'emploi du pétrole et même « du pétrole marchand, ainsi que l'usage des lampes à « bec rond, qui produisent une intensité photométrique « plus grande que celle des lampes à huile végétale ou « autre à bec plat et ne donnent lieu qu'à de très rares « extinctions.

« Il est permis d'espérer des résultats très intéressants « de l'emploi de l'électricité.

« Enfin, l'essai des verres colorés doit être fait, non « simplement à la lumière solaire, mais au moyen de la « lumière artificielle qui doit être employée pour le signal « auquel ils sont destinés ».

QUESTION XVIII

Appareils de correspondance.

A. Communications entre les voyageurs et les agents des trains.
B. Communications entre les agents de la route et des stations. Emploi du téléphone spécialement pour les lignes à faible trafic.
C. Communications entre les stations et les trains en marche.

Exposé. — Les rapports ont été faits par M. Harry Pollitt du Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway (locomotive and carriage and wagon departments).

A) En l'absence de M. Pollitt, M. Pol-Lefèvre, chef adjoint du mouvement de la compagnie de l'Ouest français, a résumé le rapport sur le *littera* A.

M. Pollitt pose en principe qu'un bon système d'intercommunication doit satisfaire aux conditions suivantes :

1) Possibilité pour un voyageur de se mettre en communication immédiate avec le mécanicien dans quelque compartiment qu'il se trouve ;

2) L'appel doit faire apparaître un signal de chaque côté du compartiment ;

3) Impossibilité pour le voyageur de remettre en place le bouton ou la poignée et les signaux latéraux ;

4) Arrêt du train après un certain parcours si le mécanicien ne fait pas attention à l'appel ;

5) Fonctionnement facile de l'appareil resté longtemps sans emploi ;

6) Fonctionnement également facile quelle que soit la longueur du train ;

7) Impossibilité d'une mise en action accidentelle de l'appareil, qui doit, cependant, être facilement accessible ;

8) Indépendance des appareils placés sur les voitures : pas d'accouplement supplémentaire à établir entre les voitures ;

9) Possibilité pour le mécanicien de prolonger la marche du train malgré un appel ;

10) Arrêt du train inévitable dans le cas de plusieurs appels simultanés.

Après avoir énuméré rapidement les principaux systèmes en usage, M. Pollitt en décrit trois qui répondent à ce programme.

La corde-signal ordinaire est simple en apparence, mais elle exige, à chaque formation de train, des manœuvres d'ajustement assez délicates ; le Board of Trade l'a acceptée. Toutes les compagnies anglaises l'ont adoptée en 1869.

L'appareil électrique du South Eastern Railway est à fil unique isolé avec retour du courant par les rails.

L'appareil du Manchester Sheffield and Lincolnshire

Railway est du système pneumatique; l'appel fait dans une voiture réduit le vide dans les tuyaux du frein de 20 pouces à 10 pouces de mercure. Le mécanicien est averti par le manomètre à vide et par la résistance des freins; si plusieurs appels ont lieu en même temps, le frein se serre quand même le mécanicien ferait marcher son grand éjecteur. Dans le premier cas, il peut, avec cet éjecteur, neutraliser la rentrée d'air due à l'appel et continuer sa route.

M. Pollitt conclut que le système pneumatique est le plus simple et le plus sûr; il donne en annexe la description d'un grand nombre de systèmes d'intercommunication fonctionnant par le vide, par l'air comprimé, par l'électricité.

Discussion. — M. Clérault s'est déclaré partisan des systèmes qui ne permettent au voyageur que de ralentir le train; les délégués de la compagnie du Midi préfèrent le système qui produit l'arrêt complet. M. Barabant a défendu le système électrique qui lui paraît convenir particulièrement pour les trains longs, surtout pour les trains internationaux. Il propose d'ajouter une phrase dans ce sens aux conclusions proposées par M. Pol-Lefèvre, qui constatent simplement les bons résultats des divers systèmes en usage; cette proposition a été adoptée.

B) *Exposé.* — M. Bonneau, sous-chef d'exploitation de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, a fait un résumé du rapport sur le *littera* B.

M. Pollitt, après avoir décrit le block simple sans enclenchement, passe en revue divers systèmes d'enclenchements mécaniques indépendants, Saxby et Farmer, embrayage simplex d'O'Donnel, enclenchement pneumatique de Westinghouse qui réduit des 4/5 le

nombre des leviers nécessaires, enclenchement hydraulique de Bianchi et Servettaz.

Suit une description détaillée de plusieurs systèmes de block enclenché, de diverses pédales et des installations adoptées pour la manœuvre des ponts tournants.

L'exploitation des lignes à simple voie a donné naissance à des systèmes nombreux, parmi lesquels M. Pollitt décrit celui de Winter, le train-ticket-system de Neale et le système de Webb et Thompson.

La compagnie du London and North Western Railway a installé des appareils simples pour faire correspondre une station intermédiaire peu importante avec les deux gares voisines sans y installer les appareils de block.

On a de même établi dans des tunnels des appareils de correspondance entre certains points et les extrémités. Les sonneries Siemens ou cloches allemandes rentrent également dans la catégorie des appareils de communication d'une gare avec les postes intermédiaires. Citons aussi le télégraphe phonopore simplex de M. Langdon-Davies dont on peut se servir pendant que le télégraphe ordinaire fonctionne sur le même fil.

M. Pollitt décrit encore avec détail le système de M M. Perls, de Londres et Berlin, actuellement expérimenté en Allemagne, et qui a pour but de prévenir les machines engagées sur la même voie de leur présence simultanée sur cette voie. Trois conducteurs isolés et interrompus en certains points sont disposés entre les rails et actionnent automatiquement des sonneries installées sur les machines.

Enfin M. Pollitt donne quelques détails sur l'installation des téléphones dont il recommande l'emploi pour mettre en correspondance les signaleurs entre eux.

Ce mémoire est rempli de détails intéressants et très précis; mais, par cela même, nous n'avons pu donner qu'un sommaire des matières traitées.

Discussion. — M. Piéron a vivement insisté pour que, dans ses conclusions, la Section ne se prononçât pas pour un emploi du téléphone limité aux questions étrangères à la sécurité.

Il fait observer que l'on a les mêmes garanties avec cet appareil qu'avec l'ancien télégraphe Bréguet à cadran; M. Kerbedz soutient la même idée; il voudrait même que l'on reconnût la tendance des administrations à se servir du téléphone pour les communications intéressant la sécurité.

Les membres de la Section se divisaient sur ce point: les délégués du Nord français et la plupart des délégués russes se sont montrés partisans de l'extension du téléphone; les délégués français, autres que ceux du Nord, étaient de l'avis contraire. On a décidé de ne pas se prononcer dans les conclusions sur ce côté de la question.

C) *Exposé.* — M. Bonneau résume le rapport sur le *littera* C.

Après avoir rappelé le système de communication entre les stations et les trains en marche qu'il a décrit dans son rapport sur le *littera* B de la question XVIII, M. Pollitt décrit brièvement le système à frottement de M. de Baillehache. Puis, il passe au système de MM. Edison et Phelps appliqué, depuis plusieurs années, sur le Lehigh Valley Railroad. Un fil d'acier est porté par des poteaux placés à 8 ou 10 pieds de la voie. Sur une voiture, se trouve une longue bande mélallique isolée, qui peut être la toiture elle-même; cette bande est reliée au fil secondaire d'un inducteur dont le fil primaire est mis en rapport par un commutateur avec une pile. Tout courant qui passe dans le fil primaire donne lieu à un courant induit qui se rend à la bande métallique servant de condensateur; il fait naître un courant dans le fil d'acier et permet ainsi des communications télégraphiques et même

téléphoniques soit avec un autre train en marche, soit avec les gares voisines. M. Pollitt affirme que le système fonctionne très régulièrement, et il pense que s'il ne s'est pas répandu, c'est à cause des exigences si nombreuses des gouvernements vis-à-vis des compagnies de chemins de fer.

Discussion. — M. Bonneau a déclaré ne pas partager l'avis du rapporteur sur les résultats à espérer des appareils de communication entre les gares et les trains actuellement connus. Il pense qu'avant de se prononcer sur la valeur de ces systèmes, il convient d'attendre que des expériences plus nombreuses aient eu lieu.

Cet avis a été adopté par les deuxième et troisième sections.

Conclusions. — Les conclusions votées par les sections intéressées sur les *littera* A, B et C dans les termes suivants ont été admises également en séance plénière du Congrès :

« *Littera* A. — L'emploi de l'intercommunication dans « les trains de voyageurs proprement dits paraît prendre « de l'extension.

« L'application de cette intercommunication est réa- « lisée par divers genres d'appareils : corde-signal, liai- « son électrique, communication pneumatique à vide et « air comprimé. Ces divers systèmes paraissent donner « satisfaction aux administrations qui en font usage. Il « semble, toutefois, que, pour les trains longs de voya- « geurs, l'on préfère généralement recourir, soit aux sys- « tèmes pneumatiques qui ont l'avantage de n'exiger « aucun attelage spécial, soit aux appareils électriques « qui sont indépendants du système de freins.

« *Littera* B. — On suit avec le plus grand intérêt les « essais tentés sur les différents réseaux et l'on constate

« qu'il existe aujourd'hui un grand nombre d'appareils « mécaniques et électriques répondant à tous les cas « particuliers qui peuvent se présenter dans l'exploita- « tion, par le block-system, des lignes à double et simple « voie.

« L'électricité joue un rôle prépondérant dans la « manœuvre de ces appareils.

« La manœuvre des signaux et des aiguilles s'opère, « dans certains cas, au moyen de l'air comprimé ou de « l'eau sous pression.

« Le téléphone entre de plus en plus dans la pratique « des chemins de fer et tend à se substituer au télégraphe « dans certains cas.

« *Littera* C. — Le Congrès constate que les appareils « de correspondance entre les stations et les trains en « marche n'ont donné lieu jusqu'ici qu'à des essais « isolés. Il estime qu'avant de se prononcer sur l'appli- « cation de ces appareils, il convient d'attendre les « résultats de l'expérience ».

QUESTIONS XIX & XX

Répartition des wagons vides.

Comment est organisé le service de la répartition des wagons vides sur les grands réseaux et quelles sont les règles qui régissent cette répartition ?

Quels paraissent être les meilleurs systèmes pour éviter les parcours inutiles de matériel vide, ainsi que pour établir le chômage des wagons chargés laissés en souffrance ?

Échange du matériel roulant. — Meilleures règles à adopter pour l'échange du matériel roulant entre les différentes administrations en vue d'une utilisation plus complète des véhicules et pour exercer un contrôle efficace et économique de l'entrée et de la sortie des wagons dans les gares d'un réseau.

Exposé. — Le rapport a été fait sur la XIX[e] question par M. Lambert, directeur général du Great Western Railway, et sur la XX[e] question par M. J. Richter,

adjoint du directeur de la même ligne, ancien chef de l'exploitation du chemin de fer Nicolas.

En l'absence de M. Lambert, M. Richter a fait l'exposé des deux questions.

Le rapport sur la XIXe question établit d'abord la situation particulière faite aux compagnies anglaises par la rapidité avec laquelle doivent être effectués les transports de marchandises en raison de la concurrence entre les lignes qui desservent les mêmes centres commerciaux. Il signale également le nombre considérable de wagons appartenant à des particuliers qui circulent sur les voies ferrées anglaises. Pour le Great Western, par exemple, ce nombre serait de 40 à 50.000. La tendance actuelle des compagnies est de racheter les wagons des particuliers et d'augmenter la capacité des nouveaux wagons en construction.

Après avoir indiqué le système d'échange du matériel et les moyens employés par le Clearing House, dont les agents relèvent aux points principaux des lignes les numéros de tous les wagons échangés, M. Lambert passe à la question de répartition du matériel vide.

Au Great Western, un répartiteur résidant à Paddington a sous ses ordres quinze inspecteurs qui lui font connaître chaque jour l'état du matériel dans leurs circonscriptions, et le mettent ainsi à même de diriger les wagons vides sur les points où ils sont nécessaires.

En annexe au rapport se trouvent quelques notes intéressantes; l'une d'elles indique les conditions générales imposées aux wagons particuliers pour circuler sur le Great Western; chaque wagon doit porter une plaque d'enregistrement numérotée, délivrée par la compagnie après examen du véhicule, et qui peut être enlevée si les conditions requises ne sont pas remplies. Une autre note donne le règlement relatif aux redevances de parcours et aux indemnités de chômage appliquées par le Clearing

House. Citons encore l'instruction qui définit et règle le service de la répartition du matériel du Great Western.

L'administration des chemins de fer de l'État belge et la compagnie du Paris-Lyon-Méditerranée ont, en outre, envoyé des notes détaillées sur la manière dont est établi chez elles le service de la répartition du matériel.

Dans le rapport sur la XX[e] question figure d'abord l'analyse du règlement adopté pour l'échange du matériel par l'Union internationale, par l'Union allemande et par les compagnies belges, allemandes, italiennes, pour les transports passant par le Saint-Gothard et le Brenner. Vient ensuite la convention générale des chemins de fer russes, qui prévoit l'échange réel sans délai de retour (wagon pour wagon), l'échange véritable avec délai de retour, la remise et la prise en charge avec délai de retour. L'échange sans délai de retour est la règle générale ; les autres modes ne constituent que des exceptions. Tous les deux ans, à une heure déterminée, se fait la vérification de tout le matériel sur tous les chemins de fer. Après un délai de deux ans, les wagons doivent être renvoyés aux chemins de fer propriétaires pour être soumis à une revision technique ; mais ils peuvent être réclamés à toute époque et ils doivent alors être rendus dans un délai d'un mois à la compagnie à laquelle ils appartiennent.

M. Richter donne le résumé des réponses qui lui ont été faites par diverses administrations au sujet des mesures d'ordre intérieur prises par elles pour la répartition du matériel, le contrôle, les décomptes et la statistique, etc., etc.

Le meilleur système d'échange est évidemment celui qui réduirait au minimum le parcours à vide. M. Richter pense que c'est le système russe qui répond le mieux à cette condition. L'échange avec délai de retour ne lui paraîtrait préférable que dans le cas où tout le matériel

étranger pourrait être utilisé pour les marchandises expédiées hors du réseau. M. Richter reconnait d'ailleurs que l'échange sans délai de retour peut créer des difficultés pour l'entretien des wagons circulant longtemps sur les réseaux qui n'en sont pas propriétaires.

Discussion. — Sur la XIXe question, M. Pol-Lefèvre a fait observer que toutes les compagnies ont un système de répartition du matériel analogue à celui du Great Western, mais qu'il y a intérêt à désigner des courants pour les wagons vides, au moins dans certains cas, de manière que les gares n'aient pas besoin d'attendre les instructions du répartiteur. M. Marie, chef des services administratifs des chemins de fer du Nord français, indique les mesures adoptées par sa compagnie pour activer l'évolution du matériel aux époques de fort trafic, dans le but d'éviter la construction de nouveaux wagons, qui entrainent en général l'établissement d'aménagements nouveaux représentant 1,5 fois leur valeur. M. Pol-Lefèvre fait connaître qu'aux chemins de fer de l'Ouest, quand le trafic est chargé, on crée des trains à marche libre et on établit des équipes de nuit. M. Berquet, sous-chef d'exploitation de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, déclare que sur ce réseau l'établissement de courants de vides a donné une économie de 8 p. 100 dans les dépenses de matériel. Le même système est employé en Égypte.

M. Ludwig, directeur-président des chemins de fer de l'État hongrois, fait remarquer que sur certains réseaux, le sien par exemple, on désirerait voir augmenter le matériel appartenant à des particuliers, bien loin de vouloir en réduire l'importance, comme cherchent à le faire les compagnies anglaises.

Sur la question XX, M. Marie déclare qu'il verrait dans le système d'échange des wagons sans délai de retour

le moyen de supprimer les redevances d'échange et les transbordements, et de simplifier des comptes qui exigent au chemin de fer du Nord quarante employés à raison d'un employé pour 3.000 wagons échangés par mois; mais la plupart des membres de la section se sont montrés favorables au système d'échange avec délai de retour.

Les conclusions adoptées par la section, après avoir constaté la tendance des chemins de fer anglais à restreindre l'usage excessif des wagons appartenant à des particuliers, indiquaient que cette tendance ne se rencontrait ni en Hongrie, ni en Russie.

A la séance plénière, un membre a contesté que l'on fût complètement opposé en Russie à une réduction de cette catégorie de wagons, et, sur sa proposition, la phrase dont il s'agit a été supprimée.

Conclusions. — Le Congrès a adopté, en conséquence, les conclusions de la troisième section modifiées ainsi qu'il suit :

« La situation toute particulière de l'Angleterre ne « permet guère de comparer ses méthodes à celles du « continent. On doit constater seulement, sur les che- « mins anglais, l'augmentation de la capacité des « wagons et une certaine tendance à réduire l'usage « excessif des wagons appartenant aux particuliers.

« La répartition du matériel se fait en général dans « des conditions justifiées par la forme géographique de « chaque réseau et appropriées à la nature de ses cou- « rants commerciaux.

« Il en est de même pour l'échange, avec une tendance « vers la compensation en nature des parcours et des « séjours. On semble disposé au maintien des redevances « et des délais sur les réseaux qui ne sont pas dans les « situations respectives qui caractérisent les chemins « de fer russes. »

QUESTION XXI

Coopération des chefs de gare à la réception et à l'expédition des marchandises pour les particuliers.

Y a-t-il inconvénient à autoriser dans les gares de peu d'importance, et sans aucune responsabilité de la part des administrations, les chefs de gare ou autres agents des administrations à se charger de certaines opérations (telles que expédition et réception des marchandises, etc.) pour les particuliers?

Exposé. — Le rapport a été fait par M. J. Prahacs, contrôleur principal à l'administration centrale des chemins de fer de l'État hongrois.

En l'absence de M. Prahacs, M. Pol-Lefèvre a présenté une analyse du rapport.

Pour qu'un chef de gare puisse coopérer à la manutention des marchandises pour le compte des particuliers, il faut que cette coopération soit justifiée et n'engage pas la responsabilité du chemin de fer; il y a, en outre, à examiner si l'on peut admettre que les agents fassent concurrence à des personnes étrangères au chemin de fer et si, même en l'absence de toute concurrence, il n'y a pas incompatibilité entre les fonctions officielles d'un agent et sa coopération à des occupations qui ne relèvent pas de ces fonctions. M. Prahacs estime que les agents ne peuvent pas être chargés par leur administration de s'occuper d'opérations pour les particuliers; ils peuvent seulement être autorisés à le faire, sur leur demande. L'autorisation doit stipuler que l'agent agit en son propre nom et n'engage pas la responsabilité de sa compagnie. L'acte d'autorisation doit être affiché dans le bureau de l'agent.

Sous ces réserves, M. Prahacs pense que les chefs de gare peuvent se charger d'opérations pour les particuliers et dans le cas seulement où l'intérêt général l'exige faute d'autres personnes en mesure de donner satisfaction au public.

Discussion. — En Allemagne, des personnes exerçant un métier étranger au chemin de fer sont chargées sur de petites lignes des fonctions de chef de gare. Cette combinaison diffère complètement de celles qui font l'objet de la XXIe question; quand il s'agit d'un chef de gare effectuant certaines opérations qui ne rentrent pas dans ses fonctions officielles, il est à craindre, comme l'a fait remarquer M. Heurteau, qu'il ne soit partial à l'égard de ceux pour lesquels il fait ce travail, et, en outre, cela lui rend bien difficile l'observation du secret professionnel.

MM. Noblemaire, Blagé et Heurteau indiquent en particulier certaines catégories d'opérations: ils demandent si, par exemple, un chef de gare peut accepter un ordre de réexpédition de marchandises par voie de terre ou de mer sans spécification du réexpéditeur, s'il peut dégrouper des marchandises, etc., avec ou sans rétribution.

Conclusions. — Après échange d'observations sur ces différents points, la troisième section a pris les conclusions suivantes, qui ont été adoptées en séance plénière:

« D'une façon générale, la participation des agents « des gares, à titre privé et moyennant rétribu- « tion de la part des particuliers, à des opérations in- « combant à ces derniers, semble présenter de sérieux « inconvénients. Toutefois, dans des cas exceptionnels « et dans des stations peu importantes, ces inconvénients « sont très atténués et cette coopération peut être avan- « tageuse au public et à l'exploitant. »

QUESTION XXII

Lignes à faible trafic.

Simplification à apporter dans les règlements et le mode d'exploitation des lignes à faible trafic faisant partie de réseaux à voie large.

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Lewis, conseiller impérial, chef adjoint de l'exploitation de la

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.

En l'absence de M. Lewis, M. Heurteau, directeur de la compagnie d'Orléans, à présenté une analyse du rapport.

M. Lewis considère comme rentrant dans les lignes à faible trafic, les chemins de fer secondaires et ceux d'intérêt local, qui constituent ce que l'on appelle les chemins de fer d'ordre inférieur dans l'ordonnance du Conseil fédéral allemand du 12 juin 1878. La législation adoptée pour ces lignes dans les divers pays de l'Europe est sommairement indiquée.

L'Union des chemins de fer allemands a formulé, en 1886, des principes fondamentaux pour la construction et l'exploitation des chemins de fer secondaires ou d'intérêt local; cette instruction, amendée en 1890, n'a pas le caractère obligatoire d'une convention: c'est un programme commun accepté par les administrations de l'Union.

En Allemagne, la vitesse des trains est limitée à 30 kilomètres en général et au maximum à 40 kilomètres sur les lignes à voie normale, à plate-forme spéciale et pour les trains de vingt essieux au plus. Sous cette réserve, de grandes simplifications sont tolérées dans l'application des mesures de sécurité et une grande liberté est laissée pour la détermination des horaires des trains et pour celle des tarifs. En Bavière, la législation est la même; mais, dans la pratique, on a ramené au minimum les charges d'exploitation. Sur des lignes de 265 kilomètres de longueur totale, le personnel a été réduit de 265 à 183 agents.

En France, la vitesse est limitée à 40 et 45 kilomètres à l'heure.

En Belgique, sauf sur des sections placées dans des conditions spéciales, la vitesse ne doit pas dépasser 30 kilomètres, la charge par essieu 11 tonnes.

La vitesse est limitée à 25 verstes en Russie, à 40 kilomètres en Angleterre avec un maximum de charge de 8 tonnes par essieu, à 40 kilomètres également en Danemark, en Roumanie, en Suède et au Brésil.

En France, le critérium de la vitesse n'existe pas; les facilités accordées aux lignes à faible trafic des grands réseaux ne reposent sur aucune loi générale; il en est de même en Angleterre et en Suisse.

Les simplifications apportées dans les différents pays à l'exploitation des lignes à faible trafic peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

Suppression des clôtures, du gardiennage, des sonneries à cloches, des signaux fixes et du télégraphe; emploi du téléphone, diminution du personnel, emploi des femmes ou même de personnes étrangères au chemin de fer, non-spécialisation du personnel, exigences moindres pour la composition des trains, groupement des lignes sous la direction d'un chef unique qui dirige tous les services, diminution des écritures et suppression de la comptabilité dans certaines gares.

Discussion. — M. Heurteau croit qu'il ne faudrait pas baser la législation des lignes à faible trafic sur une réduction de vitesse des trains; on peut avoir intérêt à circuler rapidement sur une telle ligne, et cela est sans inconvénient si elle est bien construite; il appelle l'attention sur la facilité donnée par les règlements allemands pour les horaires de trains et pour les tarifs. Il estime qu'il serait bon de formuler un vœu ayant pour but d'inviter les gouvernements à persévérer dans la voie où ils sont entrés en vue de simplifier les règles applicables à l'exploitation des lignes à faible trafic.

M. de Svientzitzky, directeur du chemin de fer de Novogorod, informe la section qu'un règlement a été élaboré en Russie pour les lignes à faible trafic et qu'il sera

publié prochainement. Les dispositions principales visent la limitation des pentes à 40 millimètres par mètre, celle du rayon des courbes suivant la nature du matériel, le droit de construire des plates-formes submersibles dans les régions exposées aux inondations, la suppression du gardiennage des passages à niveau, l'autorisation de suspendre la marche des trains en hiver, la limitation de la vitesse des trains, etc., etc.

En réponse à une question de M. Blagé, qui fait remarquer la difficulté d'assurer les correspondances aux extrémités de certaines lignes, quand la vitesse des trains est très limitée, M. Heurteau rappelle que M. Lewis considère les lignes à faible trafic comme chargées d'un service exclusivement local, pour lequel on n'a à se préoccuper ni de la correspondance avec les express de grandes lignes, ni du travail des lignes principales.

Conclusions. — Après cet échange d'observations, M. Heurteau propose des conclusions qui sont adoptées; mais, sur la demande de M. Blagé, on y ajoute le vœu du maintien de la question à l'ordre du jour du prochain Congrès; les conclusions ainsi arrêtées ont été adoptées en séance plénière :

« Après avoir pris connaissance des renseignements « très intéressants contenus dans le rapport de M. Lewis « sur l'exploitation des lignes à faible trafic, incorporées « aux grands réseaux, dans les différents pays, le Congrès « constate avec plaisir la tendance générale des admi- « nistrations publiques et des compagnies exploitantes « chez toutes les nations à réaliser sur les lignes à faible « trafic les plus grandes simplifications possibles de « réglementation et de méthodes d'exploitation.

« Le Congrès émet en outre le vœu qu'en raison de « l'intérêt permanent qu'elle présente, la question soit « maintenue à l'ordre du jour. »

QUESTION XXIII

Renseignements techniques de la 3e section.

Coordination des renseignements techniques à recueillir d'après les formulaires adoptés par le Congrès sur :

A. *L'utilisation des gares.* (Formulaires VIII et IX.) — Utilisation des installations et du personnel des gares.

B. *L'utilisation des voitures et wagons.* (Formulaire X). — 1° Utilisation des voitures : parcours moyen journalier des voitures à voyageurs de diverses classes; rapport du nombre des places offertes à celui des places occupées. — 2° Utilisation des wagons : parcours moyen journalier des wagons à marchandises des diverses catégories; duree moyenne d'utilisation des wagons par catégories; charge utile de chaque véhicule à marchandises par catégories, etc.

Exposé. — Les rapports ont été faits sur le *littera* A par MM. de Larminat, sous-chef de l'exploitation au chemin de fer de l'Ouest français, et Moffre, ingénieur des ponts et chaussées, attaché à la direction des chemins de fer du Midi français, et sur le *littera* B par M. Cairo, ingénieur, chef du bureau central à la direction de la Société italienne des chemins de fer méridionaux (réseau Adriatique).

MM. de Larminat et Moffre ont résumé les renseignements qu'ils ont recueillis dans les formulaires du *littera* A. Ces tableaux se rapportent :

A la longueur des voies de chargement et de déchargement;
A la longueur des voies de triage et de formation de trains;
A la surface des hangars de marchandises;
A la surface des hangars de transbordement;
Aux appareils spéciaux pour faciliter la manutention des marchandises;
A l'utilisation du personnel des gares (voyageurs et grande vitesse);
A l'utilisation du service de la petite vitesse (manœuvres);
A l'utilisation du service de la petite vitesse (manutention des marchandises):
A l'utilisation du service de la petite vitesse (écritures);
Au personnel du service des petites gares.

Les coefficients d'utilisation des voies sont très varia-

bles. On trouve qu'un mètre de longueur de voie suffit à la manutention de 60 à 120 tonnes pour les gares moyennes, de 150, 200 et 300 tonnes pour les gares d'un tonnage de 50 à 200.000 tonnes par an, de 385 tonnes à Batignolles, de 427 tonnes à Lille.

Sur les voies d'expédition, on fait passer, à Marseille, 98.000 wagons par an et par unité de voie, à Karatcheff, 1,600 wagons ! Par jour, la moyenne est, par unité de voie, de 20 à 80 wagons.

Pour les voies de triage, les chiffres sont plus comparables ; on a, en moyenne, 25.000 wagons par an et par unité de voie.

On manutentionne sur les quais couverts 30 à 40 tonnes par mètre carré et par an ; cependant quelques gares russes arrivent à 100 tonnes.

Les quais de transbordement donnent un mouvement de 1,5 à 2 tonnes par jour et par mètre de longueur de quai, avec des maxima de 5t,318 à Châlons-sur-Marne et de 6t,400 à Anvers.

Le personnel des receveurs dans les gares de voyageurs comprend en moyenne un agent pour 80.000 billets par an, deux agents pour 200.000 billets. Dans les très grandes gares, un agent peut distribuer jusqu'à 253.000 billets (Paris-Est).

Le nombre des enregistrements de bagages varie de 5 à 10.000 par agent et par an.

Un ouvrier manœuvre 2.900 wagons par an à Batignolles, 14.000 à Marseille.

A la petite vitesse, un ouvrier manutentionne (chargement ou déchargement), 3 à 5.000 tonnes par an, en moyenne ; le chiffre donné pour la gare de Liège s'élève à 24.000 tonnes, sans doute à cause de l'emploi d'appareils spéciaux.

Le transbordement exige un ouvrier pour 3.000 à 3.500 tonnes.

Un agent ne peut faire les écritures d'expédition ou d'arrivage que pour 6 à 8.000 enregistrements, 12.000 au plus.

Discussion. — Sur une observation de M. de Larminat, à propos des chiffres donnés pour les gares de Marseille, M. Bonneau répond qu'à raison de l'insuffisance de ces gares, les manœuvres sont très compliquées, de sorte que l'utilisation n'est pas en rapport avec le nombre des wagons manœuvrés.

M. Piéron fait observer que, d'une manière générale, le coefficient d'utilisation doit dépendre de l'âge des gares, dont souvent les installations n'ont pas été combinées en vue du trafic auquel elles ont à faire face aujourd'hui.

Exposé. — En l'absence de M. Cairo, M. Bonneau fait l'exposé du *littera* B. Huit administrations ont envoyé des renseignements conformes aux cadres des formulaires. Il s'agissait de donner les types du matériel à voyageurs et à marchandises, et d'indiquer leur utilisation.

Pour les voitures ordinaires, le poids mort par place varie :

En 1re classe. . . .	de $0^{t},510$ (Est français) à 0 ,295 (Ouest français);
En 2e classe. . . .	de 0 ,270 (Méditerranée, Italie) à 0 ,150 (Ouest français);
En 3e classe. . . .	de 0 ,200 (Great Eastern) à 0 ,120 (Midi français).

L'utilisation ou plutôt le poids mort par place occupée varie :

En 1re classe. . . .	de $8^{t},70$ (Fastow, Russie) à 2 ,12 (Midi français);
En 2e classe. . . .	de 3 ,70 (Orienbourg, Russie) à 0 ,84 (Midi français);

En 3e classe. . . . { de 0t,81 (Saint-Pétersbourg à Varsovie) à 0,46 (Compagnie royale des chemins de fer portugais).

Pour les wagons les différences sont moins considérables; la tare moyenne par tonne de charge admise est de 0t,5 à 0t,7. La charge par essieu et par véhicule chargé est de 7 à 8 tonnes pour les wagons qui peuvent recevoir de 8 à 12 tonnes de chargement. Avec les wagons pouvant porter 20 à 30 tonnes la tare moyenne s'abaisse; elle est de 0t,4 à 0t,25 par tonne de charge utile maxima; la charge par essieu s'élève alors à 10 et 12 tonnes.

Discussion. — M. Blagé a fait observer que dans la construction d'une gare on prévoit un certain développement possible du trafic et on fait les installations un peu plus grandes qu'il ne serait nécessaire. Il résulte de là que le coefficient d'utilisation est d'abord faible, puis augmente plus tard; c'est une considération dont il faut tenir compte.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été adoptées par la section et en séance plénière.

« Les renseignements statistiques qui font l'objet de « la question XXIII (*Lit.* A et B), ne permettent pas de « déterminer des coefficients moyens d'utilisation. Celle- « ci dépend des conditions d'établissement et d'exploi- « tation des gares et des réseaux et notamment du « nombre des trains, des moyens de camionnage, de la « nature et de l'intensité variable du trafic suivant les « époques, etc. »

(*La fin à la prochaine livraison.*)

LE

SYSTÈME ANGLAIS DES SIGNAUX

DE CHEMINS DE FER

Par M. Ed. SAUVAGE, Ingénieur des Mines.

Double rôle des signaux. — L'intensité croissante du service des chemins de fer y rend chaque jour plus important le rôle des signaux. C'est uniquement pour écarter les risques de collisions qu'on a installé les premiers signaux, dont le nombre s'est augmenté d'année en année. Mais, en assurant la sécurité, un bon système de signaux a d'autres avantages, compensant les dépenses considérables qu'il exige : il permet de multiplier le nombre des trains et d'en augmenter la vitesse. On a parfois reproché à certaines dispositions, prises pour rendre plus sûre la circulation des trains, d'être une entrave à leur marche ; mais, pour les installations convenablement faites, ce reproche n'est guère fondé. On peut bien trouver certaines circonstances particulières où l'on aperçoit quelque gêne due aux signaux : par exemple, l'application stricte des règles du block-system retardera le départ d'un train de marchandises, derrière un express, une ou deux minutes de plus que la sécurité ne l'exigerait, au moins lorsque l'atmosphère est claire. Les enclenchements d'appareils allongent la durée de certaines manœuvres peu dangereuses, plus qu'il ne serait

indispensable. Mais, à côté de quelques inconvénients isolés de ce genre, qu'on peut éviter en améliorant les dispositions des appareils, de bons signaux permettent de lancer à court intervalle plusieurs trains à la suite, d'effectuer dans les gares d'innombrables manœuvres ; si l'on veut bien apprécier les services qu'ils rendent, il n'y a qu'à les supposer supprimés ou réduits aux dispositions primitives, sur des lignes à grand trafic : ce trafic deviendrait impossible et devrait être fortement restreint.

Il ne faut pas perdre de vue ce double rôle si important des signaux : à considérer la sécurité seule, on pourrait parfois se laisser entraîner à des dispositions de nature à gêner la marche des trains, qui doit au contraire être rendue facile ; c'est ainsi qu'on doit éviter tout ralentissement, toute perte de temps qui n'est pas indispensable, car un seul retard dans la marche des trains est non seulement une gêne, mais un élément de danger, si faible qu'il soit : si l'on trouble en un point la marche d'un train, la sécurité est diminuée pendant le reste du parcours.

Systèmes de signaux en Angleterre. — Sur les lignes anglaises, la circulation atteint une extrême activité, la vitesse des trains est considérable et la sécurité très grande.

Les signaux ont un rôle capital dans l'exploitation de ces lignes si chargées. Conformément aux traditions anglaises, on n'a pas créé de toutes pièces les systèmes de signaux, suivant des formules simples et rigoureuses ; mais ils se sont formés et successivement développés de manière à suivre les besoins croissants de l'exploitation. S'ils n'obéissent pas toujours à des règles strictes et invariables, ils ont l'avantage de donner en chaque point les indications qu'on y juge utiles. Nous ne devons pas

attacher trop d'importance à certaines anomalies, à certaines divergences qui paraissent considérables sur le papier, quand on veut décrire les systèmes, mais qui, sur place, dans la pratique, avec les habitudes anglaises, passent inaperçues et n'ont guère d'inconvénients réels. Il serait souvent facile de faire disparaître ces anomalies, mais en général on ne paraît pas y attacher grande importance : on est satisfait quand les signaux sont clairs et bien compris du personnel, d'ailleurs fort expérimenté. Disons que cependant quelques personnes réclament une unification complète des signaux sur les divers réseaux afin de faciliter la circulation des machines lors des services communs si fréquents en Angleterre.

On voit ainsi de nombreuses différences de détail dans les signaux en passant d'un réseau à un autre, et la description minutieuse des appareils de chaque ligne serait fort longue. Malgré ces différences, on trouve de grandes analogies entre tous ces signaux et l'on peut bien dire qu'il existe un système anglais, dont nous indiquerons les dispositions essentielles. Nous donnerons ensuite quelques exemples de son application. Nous ne nous occuperons pas dans cette étude des lignes à voie unique.

DISPOSITION FONDAMENTALE DES SIGNAUX. — Sur une ligne à deux voies, une station comporte essentiellement trois signaux pour chacune des deux voies. Un mécanicien rencontre d'abord, à 900 mètres environ des points à couvrir (cette distance variant, bien entendu, suivant les conditions locales), un *distant signal*, équivalent au disque des chemins de fer français ; ensuite, un peu avant le premier croisement ou autre point à couvrir de la station, un *home signal* ou signal d'arrêt absolu ; enfin, au delà du quai de la station, un *starting signal* ou signal de départ, nommé aussi *starter*. Nous continuerons à employer les désignations anglaises de *distant*, *home*, et *star-*

ting pour ces signaux. La *fig.* 2, Pl. VIII, représente ces signaux pour une station du type le plus simple.

Le *distant signal* n'est qu'un avertissement : on peut le franchir quand il est à l'arrêt, mais on doit se mettre en mesure d'arrêter dès qu'il est nécessaire : les règlements prescrivent au mécanicien qui aperçoit un *distant signal* à l'arrêt de se rendre maître de la vitesse de son train, de manière à pouvoir l'arrêter au signal même, s'il était nécessaire, et, s'il aperçoit la voie libre devant lui, de s'avancer avec prudence et de manière à s'arrêter devant tout obstacle ou bien auprès du *home signal*, s'il se trouve également à l'arrêt. Remarquons qu'il serait souvent impossible de se conformer à la prescription qui prévoit l'arrêt au *distant signal* même.

Le *distant signal* n'est pas fort éloigné des points qu'il couvre : la distance du *distant* au *home* qui le suit est normalement de 900 mètres (1.000 yards) ; en rampe, cette distance est réduite à 730 mètres (800 yards), et elle ne doit jamais dépasser 1.100 mètres (1.200 yards) (règles du L. and N.W. Ry). Ce rapprochement du *distant signal* ne paraît pas être une cause de danger, parce que les trains de marchandises ne sont pas très longs ; en outre, l'usage général du block-system absolu empêche deux trains de se rejoindre entre le *distant* et le *home signal*.

Le *home signal* couvre la station et indique au mécanicien où il doit s'arrêter et quand il peut reprendre sa marche : il commande l'arrêt absolu et ne doit jamais être dépassé quand il est à l'arrêt ; aussi l'appelle-t-on souvent *stop signal*, signal d'arrêt par excellence. Généralement le *distant* et le *home* sont enclenchés de telle sorte que le premier ne peut être mis à voie libre qu'après le second : le mécanicien qui voit le *distant* à voie libre sait donc que le *home* lui donne aussi la voie libre et peut continuer sa marche en conséquence.

Le *home* doit être visible depuis le *distant signal*, et placé aussi près que possible du poste de manœuvre, afin que les mécaniciens qu'il arrête puissent communiquer avec le signaleur.

Le troisième signal ou *starting signal* est surtout destiné au service du block-system : il ne donne la voie libre que si la section dans laquelle le train doit pénétrer n'est pas occupée, tandis que les deux premiers signaux couvrent la station. Mais il est important de remarquer qu'il a le même aspect que le second signal (*home*) et qu'il commande de même l'arrêt absolu. Toutefois, il peut être dépassé, étant à l'arrêt, par certaines manœuvres.

Normalement tous ces signaux sont maintenus à l'arrêt; ils sont mis à voie libre, s'il y a lieu, un peu avant le passage des trains, autant que possible assez tôt pour que les mécaniciens ne les aperçoivent pas à l'arrêt : on estime que la pratique de n'indiquer la voie libre qu'au dernier moment, sous les yeux des mécaniciens, provoque l'imprudence. Lorqu'un train, annoncé par les appareils du block-system, approche d'une station qu'il doit franchir sans arrêt, le signaleur met ses trois signaux à voie libre, si la section dans laquelle le train doit pénétrer est libre.

Si, au contraire, la section qui suit la station n'est pas libre, les signaux sont maintenus à l'arrêt : le mécanicien. prévenu par le *distant*, s'arrête alors au *home* : au moment de l'arrêt ou un instant auparavant, le signaleur met le *home* à voie libre et le train s'avance jusqu'au *starting*; le signaleur ne doit pas faire trop vite cette manœuvre, afin que le mécanicien ne pense pas qu'il peut reprendre sa vitesse. Le *home* est remis à l'arrêt et le train reste entre le *home* et le *starting*, couvert par le *distant* et le *home*, et souvent aussi par les signaux de block en amont.

Lorsqu'un train doit s'arrêter à une station, le *starting*

reste à l'arrêt, et le *distant* et le *home* ne sont mis à voie libre qu'à son approche.

Un *distant signal* doit être remis à l'arrêt dès qu'un train l'a dépassé. Quant au *home signal*, il est bien recommandé aux signaleurs d'attendre, pour la remise à l'arrêt, qu'un train l'ait complètement dépassé, car cette mise à l'arrêt fait cesser les enclenchements qui empêchent toute manœuvre incompatible avec le passage du train. Aux bifurcations, il est même recommandé d'attendre que le dernier véhicule du train ait dépassé les aiguilles de jonction (règles du L. and N. W. Ry).

Aspect des signaux. — Chaque signal consiste en un bras de sémaphore se développant à gauche du mât qui le porte ; ce bras est peint en rouge avec carré blanc sur sa face utile, en blanc avec carré noir sur son autre face qui est neutre (*fig*. 3, Pl. VII). La longueur des bras est de $1^{m},80$ environ. Le bras du *distant* est entaillé en flamme (*fig*. 4, Pl. VII), pour le distinguer des signaux d'arrêt absolu. La nuit, il n'existe pas de distinction entre les feux des deux genres de signaux : les Anglais, regardant en pareille matière plus la pratique que des règles précises, n'y voient pas d'inconvénient, les mécaniciens reconnaissant les signaux de nuit par habitude et aussi d'après l'ordre de leur succession. Mais il est clair qu'une distinction, la nuit comme le jour, ne peut avoir que des avantages.

Le bras d'un sémaphore peut donner trois indications : arrêt dans la position horizontale, avec feu rouge la nuit ; marche prudente dans la position inclinée, avec feu vert, et voie libre dans la position verticale, avec feu blanc. Mais la seconde indication étant rarement utile, dans un système de signaux bien ordonné, avec l'emploi général du block-system, et manquant de précision, est généralement supprimée : elle est encore mentionnée

dans les règlements de plusieurs Compagnies ; mais on n'en voit guère d'applications.

Quand le bras du sémaphore ne prend que deux positions, ce qui est le cas le plus fréquent, la voie libre est indiquée par le bras incliné à 60° sur l'horizon : il se distingue alors mieux que lorsqu'il est rabattu verticalement contre le mât. Comme on n'a plus besoin que de deux feux, souvent on choisit le vert pour indiquer la voie libre, le rouge étant toujours employé pour l'arrêt. On supprime ainsi le feu blanc, qui peut se confondre avec d'autres lumières, ou apparaitre en cas de rupture du verre coloré.

Sur quelques lignes, le feu vert pour voie libre n'existe qu'aux sémaphores des bifurcations, le feu blanc étant conservé pour les autres. Cette distinction ne paraît pas d'une grande utilité.

Les avantages du sémaphore sur les disques tournants sont importants : il donne une indication aussi nette pour la voie libre que pour l'arrêt, tandis qu'un disque *effacé* disparait presque, ainsi que le mot même l'indique. Ajoutons qu'en Angleterre, là où il existe encore des disques tournants destinés à être vus de loin, on les a munis d'une palette de forme spéciale perpendiculaire à la face rouge, palette visible quand le signal est à voie libre. L'indication si nette du bras incliné du sémaphore se lie bien avec le système de la voie fermée : si l'on compare ce système à celui de la voie ouverte, on voit que le rôle du signal est renversé ; il ne s'agit plus de couvrir un obstacle quand il existe ; la voie est toujours défendue et le signal devient en réalité un avis positif d'avancer donné aux trains. Sur les lignes à grande circulation, où les trains sont annoncés d'avance par le block-system, la voie fermée est préférable, pourvu que les signaux soient mis à voie libre en temps utile et non en vue des trains mêmes, pratique qui peut rendre les mécaniciens

imprudents. Avec la voie fermée, une station, étant toujours couverte, peut entreprendre une manœuvre qui engage une voie principale dès qu'elle est nécessaire, si aucun train n'est annoncé; avec la voie ouverte, il faut commencer par mettre des signaux à l'arrêt, puis perdre en attente un certain temps, attente qu'on est toujours tenté de trop raccourcir; en définitive, la voie est occupée beaucoup plus longtemps par la manœuvre. En outre, avec la voie ouverte, on court plus souvent le risque d'un oubli de couverture par les signaux.

Le sémaphore offre encore d'autres avantages sur le disque tournant : en temps brumeux, dès qu'on peut en discerner la silhouette, il est impossible de confondre les signaux des voies montante et descendante, car le bras dont on doit tenir compte se présente toujours à gauche du mât dans le sens de la marche. Ajoutons qu'on ne néglige rien pour rendre extrêmement visibles les signaux : autant que possible, on les place de manière à ce que les bras se détachent sur le ciel, ce qui exige quelquefois des mâts hauts d'une vingtaine de mètres : le signal devenant alors plus difficile à percevoir quand on est au pied même du mât, on établit vers le bas un petit bras supplémentaire qui se meut avec le bras principal. La lampe pour les signaux de nuit n'est pas nécessairement montée au sommet du mât. Lorsque le bras ne peut se détacher sur le ciel, par exemple, pour un sémaphore voisin d'une tête de tunnel ou de murailles élevées, on a soin de peindre en blanc un fond sur lequel il se projette : ce fond blanc est parfois un grand panneau en bois installé sur des supports spéciaux.

L'un des avantages importants des sémaphores est aussi la facilité du groupement de plusieurs bras sur un même mât.

On ne s'astreint pas non plus à placer les sémaphores à des emplacements déterminés par des règles absolues,

par exemple toujours à gauche de la voie qu'ils commandent, dès que leur visibilité pourrait en souffrir : tel est le cas d'une voie en courbe bordée d'obstacles qui limitent la vue ; pour la voie intérieure, le signal à gauche sera vu de moins loin que s'il est en dehors de la voie extérieure. Étant donné l'impossibilité de confondre les signaux qui s'adressent aux deux directions, l'avantage du champ plus étendu de visibilité n'est compensé par aucun inconvénient.

SUPPRESSION D'UN SIGNAL ET ADDITIONS AUX TROIS SIGNAUX FONDAMENTAUX. — Le système fondamental des trois signaux, *distant*, *home*, *starting*, reçoit diverses modifications et additions. D'abord, en dehors des stations, aux postes intermédiaires de block, deux signaux peuvent suffire pour chaque direction, un pour l'arrêt absolu, précédé d'un *distant* qui prévient le mécanicien. Inversement, aux stations de quelque importance, on ajoute, en aval des trois autres, un quatrième signal, dit *advanced starting :* on peut alors faire avancer un train dans l'intervalle compris entre le *starting* et l'*advanced starting*, avant que la section dans laquelle il doit s'engager soit libre et dégager ainsi plus rapidement la station et la section qui s'y termine.

L'usage de l'*advanced starting* (dit souvent *advance signal*) est fort commode, et permet d'éviter ou du moins de beaucoup réduire les délais apportés à la marche des trains par les règles du block.

Lorsque les dispositions locales conduisent à beaucoup éloigner le *distant signal*, on le double parfois par un second *distant* plus rapproché de la station et manœuvré en même temps que le premier par la même transmission. Si le mécanicien qui a vu le premier à l'arrêt trouve le second à voie libre, il sait ainsi un peu plus tôt qu'il peut reprendre sa marche.

Au *home signal* d'une station, certaines Compagnies ajoutent un bras supplémentaire, de petite dimension, dit *calling on arm* (bras d'appel), qui, abaissé, annonce au mécanicien qu'il doit avancer, mais s'arrêter un peu plus loin au *starting signal* ou auprès d'un autre train : ce signal supplémentaire pourrait être classé parmi les signaux de manœuvres dont nous parlons un peu plus loin. On se prémunit ainsi contre l'erreur possible d'un mécanicien qui croirait pouvoir reprendre définitivement sa marche. Certains règlements prescrivent de ne manœuvrer le *calling on arm* qu'après l'arrêt complet d'un train.

D'autres signaux ne seraient pas utiles s'il n'y avait que deux voies ; mais les mouvements sur les voies accessoires des stations sont également commandés par des signaux spéciaux, qui sont souvent aussi des bras de sémaphore, et toujours normalement à l'arrêt. Ces signaux peuvent se classer comme il suit :

1° Une station peut présenter une série de voies de départ ou de garage qui viennent converger sur un tronc commun : le *starting signal*, s'il était unique, devrait s'appliquer à l'ensemble de ces voies : cette disposition n'est pas admise en Angleterre ; chaque voie est munie de son *starting signal* spécial, tous étant enclenchés de manière à ce qu'un seul à la fois puisse être mis à voie libre : bien entendu, pour cela, il faut que la section d'aval soit libre, ou bien le train n'avancera que jusqu'à l'*advanced starting*, qui est alors, en réalité, l'origine de la section.

2° A l'entrée d'une gare, une voie principale peut se subdiviser en plusieurs, au moyen d'aiguilles prises en pointe : comme nous l'avons vu faire pour le *starting signal*, on décompose alors le *home* en autant de signaux qu'il y a de directions ; un mécanicien sait ainsi, non seulement qu'il peut avancer, mais sur quelle voie il est

dirigé : cette disposition supprime les indicateurs de direction des aiguilles. Ces signaux multiples consistent en une série de bras montés soit les uns au-dessous des autres sur un mât unique, dans un ordre correspondant à celui des voies, soit en rangée horizontale. On tâche de bien distinguer le bras qui s'applique à la voie principale, par exemple en le montant sur un mât plus élevé dans la seconde disposition : une confusion pourrait, en effet, être désastreuse dans le cas de trains franchissant la station en vitesse. Les *fig.* 5 et 6 de la Pl. VII représentent les deux types d'installation.

On voit que l'indicateur de direction des aiguilles n'existe pas dans ce système : on le trouve cependant sur quelques aiguilles de voies accessoires ; mais sur toutes les aiguilles principales, c'est le signal même invitant le mécanicien à avancer qui en tient lieu.

3° Beaucoup de manœuvres se font par refoulement : souvent chacune de ces manœuvres est commandée par un signal spécial, qui peut être un bras de sémaphore de dimension réduite ; fréquemment c'est un petit disque au ras du sol. Parfois ces disques donnent la nuit un feu pourpre quand ils sont à l'arrêt. La *fig.* 1, Pl. VIII, qui donne le plan de la gare de Southampton, montre un grand nombre de ces disques. A la gare de Victoria (Londres), les petits disques de manœuvres sont commandés électriquement.

En résumé, on cherche à réduire l'emploi de signaux à la main ou acoustiques, et à commander tous les mouvements par signaux fixes, qu'il s'agisse de voies convergeant vers un tronc commun, ou d'une voie qui se ramifie, ou enfin pour le refoulement sur des voies de garage ou des communications de voies.

Les manœuvres exigent parfois qu'on dépasse un *starting* ou un *advanced starting* à l'arrêt, sur ordre verbal ou signal à la main : l'aile supplémentaire dite *calling*

on arm peut alors trouver sa place, mais on ne l'emploie guère dans ce cas, car on ne voit pas d'inconvénient à laisser dépasser en manœuvrant un *starting* à l'arrêt.

Par suite des nombreuses convergences, ramifications et traversées de voies dans les grandes gares, on y trouve une série de signaux d'arrêt absolu (*home signals*) successifs. S'ils sont à une distance un peu grande l'un de l'autre, chacun de ces signaux d'arrêt absolu est précédé d'un *distant signal*. Il arrive alors que le *distant signal* correspondant à un signal d'arrêt absolu vienne se placer auprès d'un signal d'arrêt absolu précédent: cela se produit quand la distance des deux signaux d'arrêt absolu est égale ou inférieure à l'éloignement normal du *distant*, car on n'admet pas le chevauchement d'un signal de distance sur un signal d'arrêt précédent. De même, le *distant signal* d'une station ou d'un poste de block peut venir rejoindre le *starting* ou l'*advanced starting* de la station précédente. Dans ces cas, les deux bras sont montés sur un même mât : c'est toujours le bras inférieur qui correspond au *distant signal* et qui est dentelé en flamme. On enclenche les deux bras sur le mât, de manière à ce que l'inférieur ne puisse jamais indiquer voie libre quand le supérieur est à l'arrêt, ce qui serait illogique, vu l'ordre de succession de ces signaux; pour que ce bras inférieur soit abaissé il faut que non seulement il soit manœuvré par l'agent du poste qui le commande, mais encore il faut que le bras supérieur soit abaissé par le poste correspondant; la mise à l'arrêt de ce bras supérieur entraîne toujours la remise à l'arrêt de l'inférieur.

Pour corriger l'inconvénient du trop grand rapprochement du *distant* et du *home* qu'il couvre, on prescrit souvent au signaleur voisin de ce *distant* d'en répéter l'indication lorsqu'il est à l'arrêt, à l'aide de ses propres signaux, *distant* et *home*, jusqu'à ce que la vitesse des

trains soit réduite (à 16 kilomètres à l'heure sur le Lancashire and Yorkshire Ry.)

Lorsque la distance entre les deux signaux d'arrêt absolu est très faible, on peut supprimer le *distant signal*, mais on munit le premier signal d'une double transmission; chacune des transmissions peut le mettre à l'arrêt, et, pour donner la voie libre, leurs manœuvres concordantes sont nécessaires. Le premier signal d'arrêt joue ainsi le rôle de *distant signal* du second, mais avec une rigueur plus grande, puisqu'il ne peut être dépassé.

Ces deux dispositions, mât à deux bras enclenchés, un d'arrêt absolu, l'autre dentelé en flamme, et bras d'arrêt à double transmission, sont d'un emploi constant dans les grandes gares.

Dispositions pour prévenir la confusion des signaux. — Pour permettre de distinguer, au moins pendant le jour, les divers signaux, fort nombreux dans les grandes gares, on inscrit souvent sur les bras des sémaphores soit les numéros des voies auxquelles ils s'adressent, soit la désignation, abrégée au besoin, des directions et communications qu'ils commandent. Nous avons vu que les signaux accessoires étaient des bras de sémaphores à dimensions réduites ou des petits disques à fleur de sol. La hauteur des *starting signals* est à $4^{m},60$ au-dessus du rail sur le L. and N. W. Ry, à moins que le même mât ne porte le *distant signal* du poste suivant, ou que le *starting* d'un poste ne serve de *home* au poste suivant. L'*advanced starting* a la même hauteur, et doit être visible depuis le *starting*.

De même qu'un *distant signal* est taillé en flamme, certains bras ont des formes spéciales. Un cercle porté sur le bras (*fig.* 1, p. siuvante) représente la lettre O et désigne, en dépit de l'orthographe, une voie *auxiliaire*. On fait souvent usage de cette forme de bras sur les lignes à

deux voies parallèles de même sens, pour l'une des voies. On a du reste soin, pour prévenir les erreurs, d'installer en pareil cas les signaux par paires, un pour chaque voie.

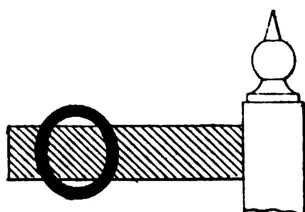


Fig. 1. — Bras de sémaphore pour voie auxiliaire.

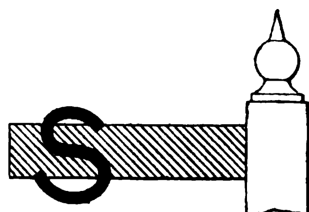


Fig. 2. — Bras de sémaphore pour garage.

La lettre S (*fig.* 2) veut dire *shunting* (garage). Le bras peut aussi avoir une silhouette spécialement découpée : à la gare de Waterloo (Londres) on emploie, pour certaines manœuvres, la forme représentée ci-dessous (*fig.* 3).

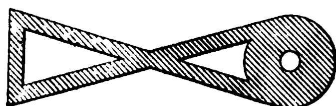


Fig. 3. — Signal spécial de manœuvre (Waterloo Station).

La nuit, ces indications distinctives disparaissent à peu près complètement : elles n'en sont pas moins précieuses pour tous les mouvements de jour, en somme les plus nombreux, et pour familiariser le personnel avec les signaux ; ils en apprendraient bien moins vite la signification spéciale si ces indications n'existaient pas. Quoi qu'on fasse d'ailleurs, la conduite des trains et les manœuvres pendant la nuit exigeront toujours une connaissance approfondie de la ligne et des gares. Quelques distinctions existent même la nuit dans les signaux : nous avons indiqué l'emploi de feux pourpres pour les disques de manœuvres.

Bifurcations. — Aux bifurcations, sur chacune des

deux voies convergentes, on trouve un signal d'arrêt absolu un peu en amont du point dangereux, chacun d'eux précédé d'un *distant signal*, qui n'est mis à voie libre qu'après le signal d'arrêt absolu. Sur la voie qui se ramifie, un signal d'arrêt absolu porte deux bras correspondant aux deux voies ramifiées, et sert ainsi d'indicateur de direction. Enfin le *distant signal* correspondant porte aussi deux bras. Les signaux d'arrêt absolu ne sont, bien entendu, mis à voie libre que si la section correspondante est débloquée, à moins que la bifurcation ne soit en outre munie de *starting signals*, au delà des croisements. La *fig.* 3 de la Pl. VIII représente ce dernier cas.

Les signaux d'arrêt absolu ou *home signals*, sur la voie ramifiée, doivent être au plus à 180 mètres du point qu'ils couvrent, à moins qu'ils ne soient doublés ; sur les voies convergentes, on ne craint pas de les éloigner un peu davantage (L. and N. W. Ry).

Par suite de ces dispositions, un mécanicien, dès qu'il aperçoit le *distant signal* d'une bifurcation, sait s'il peut passer ou s'il doit s'arrêter : il sait aussi si on lui ouvre bien la bonne direction. Dans le cas où il trouve le *distant signal* à l'arrêt, il prend aussitôt ses dispositions pour arrêter au signal d'arrêt absolu ou même avant, en cas de stationnement anormal d'un train précédent. Autant que possible, tous les signaux sont mis à voie libre d'avance afin qu'à la vue d'un signal à l'arrêt les mécaniciens arrêtent sans hésitation et sans retard. On remarquera la grande simplicité de ce système de signaux de bifurcations.

Rien, dans le mode anglais, n'impose le ralentissement dans les cas où il est nécessaire, par exemple, pour une déviation brusque. On compte sur la connaissance de la ligne par le mécanicien, les ralentissements étant indiqués par des consignes locales et quelquefois par des inscriptions à demeure.

On profite du block-system pour donner aux bifurcations un supplément de sécurité. C'est ainsi que lorsqu'un train est engagé sur une des deux sections convergentes, on ne laisse pas pénétrer de train sur l'autre (excepté parfois si les deux trains ne portent que des marchandises) sans précautions particulières : le second train doit être arrêté à l'origine de la section, recevoir un avis spécial et être prêt à s'arrêter au *distant signal* de la bifurcation. De même, pour les deux voies qui se coupent en T (*fig.* 3, Pl. VIII), on ne peut laisser s'engager à la fois dans la section AB un train allant vers C et un train dans la section C'B, à moins que l'aiguille en B ne donne la direction BC' (Règles du Great Western Railway).

Si un signaleur s'aperçoit, à une bifurcation, qu'il a ouvert une fausse direction à un train, il doit remettre à l'arrêt ses signaux et attendre l'arrêt complet de ce train avant de lui ouvrir la voie qu'il doit suivre. Il peut arriver aussi que, sur l'une des voies convergentes, les signaux aient été mis à voie libre pour un train, tandis qu'il eût fallu admettre en premier un train arrivant par l'autre voie ; dans ce cas les signaux manœuvrés à tort sont remis à l'arrêt, mais on doit attendre l'arrêt complet des deux trains qui convergent avant de laisser passer celui qui a le pas sur l'autre.

Aux bifurcations multiples, où une voie se ramifie en plusieurs branches, on installe sur le tronc commun, suivant le même principe, autant de bras qu'il y a de directions. Sur le plan de la station de Nunhead du London Chatham and Dover Ry (*fig.* 1, Pl. VII), on voit des bifurcations doubles et triple : les *home* et *distant signals* correspondants ont deux et trois bras. Le mécanicien venant de Londres et qui doit prendre l'une des trois directions de Greenwich, de Shortlands ou du Crystal palace, trouve d'abord le *distant* triple n°s 7, 12 et 18, puis le *home* triple 8, 13 et 19, et enfin le *starting* triple 9, 14 et 20 ;

sur les trois branches existent plus loin les *advanced starting* n°s 10, 17 et 23.

Un train venant du Crystal palace ne peut suivre qu'une seule direction : il rencontre successivement un *distant* 38, un *home* 37, un *starting* 36 et un *advanced starting* 35. Venant de Shortlands, il peut au contraire être dirigé sur deux voies de la station : aussi trouve-t-il deux *distant*, 57 et 48, et deux *home*, 56 et 47. Le 44 est le *starting* vers Londres pour la voie du milieu. Venant de Greenwich, le train ne peut entrer que sur la voie du milieu : il passe un *distant* 61 et un *home* élevé à deux bras manœuvrés simultanément, 60.

Les autres signaux de la station commandent les diverses manœuvres et la sortie des voies de garage.

Manœuvre des signaux. — Les signaux sont manœuvrés à l'aide de leviers concentrés dans des cabines et enclenchés avec ceux des aiguilles. Les enclenchements sont réalisés par des dispositions mécaniques variées, souvent fort ingénieuses : nous n'entrerons pas dans l'étude, longue et minutieuse, de ces dispositions, dont le principe est bien connu.

Si bien combinés que soient ces appareils, leur aspect, dans les grands postes, est loin d'être satisfaisant : les mécanismes de manœuvre et d'enclenchement exigent l'emploi d'un très grand nombre de pièces et sont encombrants. Il faut donner une surface considérable à un poste quand on veut y rassembler plus de 100 leviers ; les agents finissent par faire bien des pas le long des lignes de leviers, quoiqu'on ait soin de grouper ceux dont ils se servent le plus fréquemment ; l'effort qu'ils doivent développer pour manœuvrer une aiguille un peu éloignée est considérable, de sorte que le travail physique de ces agents est assez grand.

Les appareils de commande mécanique, par l'air com-

primé, l'eau sous pression, l'électricité, appareils qui commencent à être employés, paraissent plus satisfaisants, car le clavier de manœuvre est bien moins étendu et on le fait fonctionner sans effort; de plus, les enclenchements sont faciles à réaliser.

Les postes de quelque importance sont établis pour la plupart à une assez grande hauteur, au-dessus ou à côté des rails, et de manière à ce que les agents de ces postes aperçoivent bien clairement les voies sur lesquelles ils contrôlent le mouvement. Dans les cabines latérales, des miroirs analogues aux « espions » fort en usage dans certaines villes, facilitent l'inspection de la ligne. Signalons ici l'habitude de désigner la plupart des postes par des noms, plutôt que par des lettres ou des numéros : ces noms se gravent plus facilement dans la mémoire ; il est difficile de ne pas remarquer celui du poste du « trou dans le mur » (*hole in the wall box*), tandis qu'on confondra facilement le poste n° 6 et le n° 7. Souvent le nom du poste est celui de la station voisine, avec la désignation nord ou sud, est ou ouest : ces inscriptions, en très grandes lettres, sont commodes pour les voyageurs en les avertissant de l'approche des stations.

Les agents des postes doivent vérifier si les bras suivent régulièrement les mouvements de leurs leviers.

Lorsqu'un signal n'est pas facilement visible du poste qui le manœuvre, on fait usage d'un indicateur qui fait connaître sa position réelle au signaleur. Cet indicateur consiste en une aiguille aimantée qui ne doit normalement occuper que deux positions, suivant que le bras du signal est effectivement à l'arrêt ou à voie libre. La sonnerie usitée en France ne serait guère applicable, vu la multiplicité des signaux de certains postes et l'emploi constant des coups de timbre pour les communications de poste à poste.

Les signaux qui sont vus à l'envers par le signaleur

donnent souvent un feu en retour pourpre ou blanc, suivant leur position.

On fait même parfois usage d'indicateurs de l'état de la lampe du signal (éteinte ou allumée), indicateurs fondés sur l'établissement d'un contact électrique par la dilatation de pièces métalliques. L'usage du gaz pour ces lampes est général partout où on peut en disposer. A la gare de Paddington (Londres) on a étudié récemment l'éclairage électrique des signaux au moyen de deux lampes à incandescence, dont une de rechange, mais on paraît avoir renoncé à cette application.

Block-system. — Le block-system, soit par nécessité, soit par la pression du *Board of Trade*, est devenu la règle générale de l'exploitation des voies ferrées anglaises. Les exceptions à cette règle sont fort rares, puisque sur 17.600 kilomètrès de lignes à voie double ou multiple, en Grande-Bretagne et Irlande, 17.328 kilomètres étaient exploités par block au 31 décembre 1891 (savoir 14.460 kilomètres sur 14.565 en Angleterre et dans le pays de Galles, 2.200 kilomètres sur 2.200 en Écosse, et 668 kilomètres sur 835 en Irlande).

Le block-system existe aussi sur la plupart des lignes à voie unique d'Angleterre (6.340 kilomètres sur 7.030), souvent en addition au système du bâton-pilote.

On sait que les règles du block-system peuvent être fort variables : parmi les plus divergentes, on connaît celles du block permissif et celles du block absolu. Dans le premier cas, on donne aux mécaniciens un simple avertissement à chaque poste ; si la section dans laquelle il doit s'engager est occupée par un autre train, il peut continuer sa marche ; il est seulement prévenu par un signal de ralentissement. Un tel avis souvent répété est en pratique de faible valeur ; en outre, plusieurs trains pouvant s'engager librement dans une section, la confu-

sion est facile pour les agents chargés des signaux. Ce système est généralement condamné.

Avec le block-system absolu, au contraire, on n'admet qu'un seul train dans une section. On a quelquefois prétendu que le block absolu était irréalisable, parce que les appareils de communication électrique peuvent faire défaut, ou bien parce qu'un train peut rester en détresse : il faut bien alors que la machine de secours pénètre dans la section qu'il occupe, et on ne suspend pas l'exploitation dans le premier cas. C'est là une querelle de mots : si les appareils ne fonctionnent pas, il n'y a plus de block-system ; les mécaniciens doivent être prévenus et marcher avec prudence ; quant aux secours, ils sont l'objet de règles spéciales en dehors de l'exploitation régulière. Si l'on nie la possibilité du block absolu par ces motifs, on pourrait aussi bien nier qu'il n'y ait une exploitation à double voie, parce que des accidents ou des travaux obligent quelquefois à des services sur voie unique.

En fait, avec le block absolu, on ne permet pas à un train de s'engager dans une section déjà occupée (sauf en cas de suppression des appareils, ou de secours), tandis que dans le système dit parfois *conditionnel*, on autorise normalement un train à entrer dans une section bloquée, après un intervalle de temps suffisant et en accomplissant certaines formalités, telles qu'arrêt préalable, remise de bulletins aux mécaniciens.

On a souvent trouvé au block absolu un assez grave inconvénient : ce n'est pas tant l'arrêt d'un train pendant quelques minutes à un poste de signaux : le temps ainsi perdu peut être en partie regagné, parce que le mécanicien, quand il se remet en marche, est sûr d'avoir la voie libre devant lui ; mais c'est surtout, sur les lignes à circulation active, la répercussion en arrière du retard excessif d'un train dans une section. Le train qui attend

l'entrée dans cette section occupe la section précédente, et empêche un autre train d'y pénétrer ; ces arrêts et stationnements peuvent se reporter jusqu'à plusieurs sections en arrière : la marche des trains en serait sérieusement gênée.

Le block absolu ne semble pas avoir cet inconvénient en Angleterre où il est de règle générale. Cela peut tenir à la faible longueur des sections, mais surtout à l'usage du *starting* et de l'*advanced starting* : grâce à ces signaux, on peut garder un train en attente à l'entrée d'une section occupée, mais sans continuer à bloquer pour cela la section précédente, l'espace entre le *home* et le *starting* et l'*advanced starting* formant comme une écluse entre les deux sections. Certains règlements prescrivent toutefois des précautions particulières, analogues à celles du block conditionnel pour l'entrée dans une section déjà occupée, quand on admet un train dans une section qui est bien libre jusqu'au bout, mais au delà de laquelle existe un obstacle peu éloigné.

Dans chaque station, le point que le train doit avoir franchi, pour que la section en amont de cette station puisse être débloquée, est fixé soit par une consigne générale, soit par un ordre spécial affiché dans le poste des signaux. Le point peut être placé au *home signal*, entre le *starting* et le *home signal*, au *starting* ou même au delà. Si on le recule jusqu'au *starting* ou au delà, un train arrêté à la station est très bien protégé, puisqu'il est couvert non seulement par les signaux de la station même, mais par le signal du poste précédent ; par contre la section est plus longtemps occupée. Si, au contraire, ce point limite est rapproché du *home signal*, le train arrêté n'est plus couvert que par les signaux mêmes de la station. Suivant les cas, la position variera : la première disposition est adoptée pour de petites stations où les arrêts des trains sont de faible durée, surtout si la section qui les précède

est courte ; mais, dans ce cas, on prévoit la possibilité d'admettre des trains dans la section occupée par un train précédent arrêté entre les *home* et *starting signals* (faculté parfois limitée aux seuls trains de marchandises) ; le mécanicien doit être avisé au poste précédent. Dans les grandes stations, au contraire, cette disposition ne serait pas admissible, et d'ailleurs le *home signal* se trouve en général assez éloigné d'un train arrêté pour qu'une collision ne soit pas à craindre si ce signal est quelque peu dépassé. Souvent la limite de section est fixée au *home signal*, et la section qui s'y termine peut être débloquée dès qu'un train direct, marchant à sa vitesse normale, a entièrement dépassé cette limite ; mais pour les trains qui s'arrêtent à la station, on doit attendre qu'ils soient repartis et à 400 mètres au delà du *home*, pour que la section en arrière puisse être débloquée.

Comme exemple de ces dispositions, nous citerons le règlement du Lancashire and Yorkshire Ry :

« Pour les trains directs de voyageurs et de marchandises, l'avis de *section libre* peut être donné aussitôt que le train (complet, avec ses signaux d'arrière, et ayant sa vitesse normale) a pénétré dans la section suivante.

« Pour les trains qui s'arrêtent au quai ou aux garages de la station, l'avis de *section libre* ne doit être donné qu'après le départ du train, lorsqu'il a parcouru 400 mètres, ou lorsqu'il est complètement garé.

« Dans les courtes sections (longues de moins de 400 mètres), l'avis de *section libre* peut être envoyé quand le train est couvert par le *home signal* du poste suivant.

« Lorsqu'un train est couvert par le *home signal*, on peut admettre un second train au poste précédent, avec des précautions spéciales, le mécanicien étant avisé que la section est libre, mais non la station où elle se termine. »

Ces prescriptions peuvent, en certains points, retirer à l'*advanced starting* un de ses avantages importants, le débloquage d'une section avant que le train ait pénétré dans la suivante. Ce mode de procéder n'est du reste pas admis partout : ainsi les règlements du Great Eastern Ry déclarent expressément qu'une section n'est pas libre tant qu'un train n'a pas dépassé l'*advanced starting* qui la termine, sauf aux bifurcations, lorsque deux trains se suivant sur le tronc commun et devant prendre deux directions différentes, la voie que suivra le second train se trouve entièrement dégagée.

Pour les voies supplémentaires affectées au service des trains de marchandises, voies qu'on trouve fréquemment sur les lignes principales, on admet parfois le block conditionnel, notamment sur le Great Northern Railway, le L. and N. W. Ry. Il existe aujourd'hui de longues sections à 4 voies à partir de Londres. Quelques sections parcourues par des trains de voyageurs admettent aussi le block conditionnel, mais en réalité ce sont surtout des manœuvres de gares qu'on fait sur ces sections.

Nous n'entrerons pas dans la description des appareils si divers qui servent à réaliser le block-system, mais nous indiquerons les principes généralement admis. Les communications entre deux postes s'échangent comme il suit :

Soit un train à expédier du poste A vers le poste B : A commence par demander à B l'autorisation d'admettre le train dans la section AB : dès qu'il reçoit cette autorisation, il met à voie libre son *starting* et son *advanced starting* ; puis A avise B au moment de l'entrée du train dans la section AB, et A remet son *starting* à l'arrêt dès que le train l'a dépassé. B se prépare à recevoir le train, en mettant son *home* puis son *distant signal* à voie libre, ainsi que son *starting* vers le troisième poste C, si le train est direct et si C l'y a autorisé à son tour. La

section AB est alors bloquée jusqu'à ce que le train en ait franchi le point limite ; B (qui a remis ses *distant* et *home signals* à l'arrêt quand le train les a dépassés) donne alors avis à A de l'arrivée du train; mais la section AB, bien que le train en soit sorti, n'est pas encore considérée comme libre pour un second train : il faudra pour cela que A demande de nouveau l'autorisation de B comme ci-dessus.

Une section n'est pas seulement ou libre ou occupée, mais la situation en est définie de trois manières différentes : à l'état qu'on peut appeler neutre, quand aucun train n'est annoncé, elle est considérée comme n'étant pas libre; elle ne le devient qu'après déclaration formelle du signaleur d'aval, sur la demande du poste d'amont; enfin elle est occupée quand un train y a pénétré.

Par suite de ces dispositions, dès qu'un train est sorti en B de la section AB, la station B peut, en toute sécurité, faire des manœuvres sur la voie principale ou expédier vers C (une fois la section BC libre) un second train garé en B, car elle est non seulement couverte par ses propres signaux (*home* et *distant*), mais elle sait qu'aucun train ne peut lui être expédié de A sans son assentiment formel. Comme supplément de sécurité, beaucoup de règlements prescrivent même, avant d'engager une voie principale par une manœuvre, d'aviser le poste d'amont et de bloquer la section comme lorsqu'un train y circule: l'annonce de voie libre est envoyée quand la manœuvre est terminée. Le block-system, ainsi pratiqué, ne sert plus seulement au cantonnement des trains, mais il augmente la couverture des stations. On se met ainsi en garde contre le risque de voir des trains franchir les signaux d'arrêt, par négligence du mécanicien ou par mauvais fonctionnement des freins, la station B ne permettant le passage d'un train en A que lorsqu'elle est entièrement libre pour le recevoir. Une collision ne pourrait

se produire que si les deux séries de signaux d'arrêt des deux stations étaient successivement franchies.

A quel moment un poste B doit-il demander au poste suivant C l'autorisation de lui expédier un train? Si le train part de B, cette demande doit être faite un peu avant l'heure du départ. Si au contraire il franchit B sans arrêt, c'est en général au moment où B reçoit du poste précédent A l'avis que le train pénètre dans la section AB. Dans le cas où la section AB est très courte, des consignes locales prescrivent de faire les annonces plus tôt.

Beaucoup de règlements font précéder la demande d'autorisation d'expédier un train d'un signal préliminaire d'attention, un coup de timbre, auquel il doit être répondu de même.

Une loi du 30 août 1889, permet au *Board of Trade* de prescrire pour les lignes ouvertes aux voyageurs, l'établissement, dans un délai déterminé, du block-system, ainsi que des enclenchements d'aiguilles et de signaux.

Pour le block conditionnel, dont nous avons indiqué l'application fort restreinte, les instructions du L. and N. W. Ry sont les suivantes : si un train se présente pour entrer dans une section encore occupée par un train précédent, il s'arrête complètement devant les signaux d'arrêt; le mécanicien est alors avisé verbalement par le signaleur de la présence de ce train précédent et du temps écoulé depuis son passage; le signaleur peut alors mettre les signaux à voie libre, mais il commande le ralentissement avec un drapeau ou un feu vert.

Si le train est arrêté trop loin du poste pour cette communication verbale, le signaleur efface les signaux mais en montrant un drapeau ou un feu rouge pour l'arrêter de nouveau auprès de lui. Le poste d'aval est bien entendu avisé de l'expédition de tous les trains, et il signale en amont leur arrivée successive.

L'inscription immédiate du passage des trains au registre du poste (voir plus loin) prévient les confusions et oublis des signaleurs.

Un grand nombre d'appareils divers sont employés pour ces communications de poste à poste; ils peuvent se ranger en quatre classes.

Les appareils les plus simples et les plus anciens consistent en timbres à commande électrique. Les avis nécessaires sont donnés à l'aide de coups de timbre, en nombre déterminé. Pour prévenir les erreurs, les coups de timbre sont, le plus souvent, aussitôt répétés de même par celui qui les reçoit. Le nombre des signaux prévus est d'ailleurs suffisant pour permettre non seulement d'annoncer un train, mais aussi d'indiquer sa nature (express, omnibus, marchandises, etc.) et sa direction, à l'approche des bifurcations, et de donner certains avis utiles. L'annexe n° 1 donne ce code pour le Great Western Railway. A certains postes de Londres, où la destination des trains est très variée, le nombre de ces avis est considérable et constitue un véritable code télégraphique. Parfois on fait usage de cadrans avertisseurs, dont l'aiguille pointe vers une des indications inscrites sur le cadran, en répétant la position qui lui est donnée dans le poste qui envoie l'annonce.

Ce système simple pouvant prêter à erreur, une seconde classe comporte, en addition aux avis par coups de timbre, généralement conservés, des voyants optiques qui laissent trace des communications et rappellent en permanence aux signaleurs l'état de la section. Par exemple, dans l'appareil Spagnoletti, une petite fenêtre indique l'état de la section d'aval au moyen soit d'un voyant blanc, avec la mention *line clear* (section libre), soit d'un voyant rouge avec la mention *train on line* (train dans la section), soit enfin au moyen des moitiés des voyants blancs et rouge, qui indiquent que le train est

sorti de la section, mais qu'elle est encore bloquée jusqu'à l'échange de signaux nécessaires pour l'admission d'un second train.

Dans d'autres systèmes de la même classe, c'est un petit sémaphore en miniature qui indique, par la position de son aile, si la section est bloquée ou libre. Rappelons aussi l'appareil Tyer bien connu, où l'aiguille peut prendre trois positions, indiquant *section libre*, *train dans la section* et *section bloquée* (état normal en dehors des passages de trains).

Une troisième classe d'instruments donne plus de garanties contre les erreurs des agents :

On relie les deux postes au moyen d'enclenchements électriques, de manière par exemple que A ne puisse mettre son *starting signal* à voie libre sans une manœuvre du poste suivant B; tel est le système Sykes; l'électro-sémaphore Lartigue, usité en France, rentre dans cette classe. On doit y ranger aussi les systèmes qui enclenchent les appareils du block-system avec les leviers de manœuvre des signaux et aiguilles des stations (par exemple, le système Hodgson, exposé à Paris dès 1878), de manière à ce qu'une section ne puisse être débloquée tant que des manœuvres occupent la voie de la station où elle se termine.

Enfin une quatrième classe comprend les appareils automatiques, les trains eux-mêmes agissant sur des mécanismes qui produisent ou détruisent certains enclenchements et bloquent ou libèrent les leviers de manœuvre des signaux. Dans le système Spagnoletti, par exemple, l'action automatique du train qui passe sur une pédale au sortir d'une section est nécessaire pour que le signaleur puisse débloquer cette section au poste d'amont. On a même fait manœuvrer directement les signaux par les trains : mais, en Angleterre du moins, ces appareils ne sont pas encore couramment employés. On sait du reste

quelles difficultés s'opposent à l'application d'appareils de block entièrement automatiques. (Voir *Revue générale des chemins de fer*, 1887, premier semestre, page 79, article de M. R. Picard.) Cependant un système de ce genre vient d'être installé sur le chemin de fer électrique de Liverpool : la simplicité et l'uniformité du mouvement des trains sur une ligne spéciale y permettent cette application.

Dans les différents systèmes, on conserve les signaux par coups de timbres, qui jouent un rôle important. Les appareils ne servent pas uniquement à indiquer si les sections sont libres ou occupées, mais annoncent la nature des trains, partagés en plusieurs catégories : ils servent à signaler une série d'incidents, tels qu'avaries aux trains, absence des fanaux, wagons en dérive.

Souvent les postes de signaux sont aussi munis de télégraphes ordinaires et de téléphones et l'on prévoit l'emploi de ces communications pour suppléer aux appareils normaux de correspondance.

L'annexe n° 2 donne, pour le *District railway* (une des lignes métropolitaines de Londres) les consignes relatives à l'emploi des appareils Sykes pour réaliser le block-system et du télégraphe ordinaire en cas de nécessité, au moyen d'un code conventionnel de signaux. Si un très grand nombre de trains circulent sur cette ligne (jusqu'à 20 par heure sur la même voie), la marche uniforme de tous ces trains facilite l'exploitation et l'échange des signaux télégraphiques.

Avec les appareils des 3e et 4e classes (enclenchés de poste à poste et automatiques) on prévoit une série de manœuvres spéciales permettant d'annuler les enclenchements ou l'automacité dans certains cas particuliers. Ces manœuvres exigent l'emploi d'une clef qui n'est pas librement à la disposition des signaleurs.

Quel que soit le système de block employé, il faut pré-

voir des dispositions spéciales pour les secours aux trains en détresse, et en cas de dérangement des appareils d'un poste. Dans le premier cas, des règles particulières de pilotage permettent de pénétrer dans la section bloquée. Dans le second cas, si aucune communication électrique ne peut suppléer aux communications ordinaires, le block-system est suspendu, les trains espacés par intervalle de temps, et les mécaniciens en sont avisés à l'origine de la section.

Signaux des trains. — Les trains sont munis de signaux distinctifs qui indiquent leur nature et leur destination. On les classe en diverses catégories, voyageurs, express, omnibus, denrées, marchandises directes, etc. : des fanaux la nuit et, le jour, des voyants portés par la locomotive font connaître aux signaleurs à quelle catégorie appartient un train qui se présente,et où il doit être dirigé : ils transmettent ces indications aux postes suivants à l'aide des signaux conventionnels des appareils de block, et c'est ainsi que les directions convenables peuvent leur être ouvertes d'avance.

Les fanaux placés à l'avant des locomotives, souvent au nombre de trois, forment autant de combinaisons diverses qu'il est nécessaire, car ils peuvent être de couleurs différentes (blancs, bleus, verts, pourpres) et accrochés à diverses places. Les voyants, de jour, ont également des positions et des aspects différents.

Grâce à ces signes distinctifs, l'usage du sifflet pour demander la direction aux ramifications de voies devient à peu près inutile : les règlements portent bien l'indication des coups de sifflet à donner pour chaque direction, mais il est prescrit aux mécaniciens de n'en faire usage que lorsqu'ils trouvent à l'arrêt les signaux qui devraient leur ouvrir cette direction. L'usage du sifflet est d'ailleurs très modéré en Angleterre : quelques coups assez

brefs en traversant les tunnels et les grandes stations, c'est à peu près tout. Aussi lorsqu'étant sur la voie on entend le sifflet, on doit se garer sans retard : l'abus du sifflet risquerait de rendre moins attentifs à cet avertissement nécessaire les agents surpris par un train ou une machine.

On craint tellement d'incommoder inutilement les voyageurs et les habitants voisins des chemins de fer que, dans ce pays où l'on fait un usage si discret du sifflet, beaucoup de locomotives en portent deux, un fort et un faible pour l'emploi dans les gares. On évite toujours les timbres aigus, qui sont les plus désagréables.

Registres des postes de signaux. — Dans les stations les plus importantes, on tient un registre du passage des trains, ce qui exige parfois l'adjonction d'un aide. Les indications à inscrire, dans les colonnes préparées à cet effet, sont les suivantes :

Désignation du train;
Heure réglementaire;
Heure de l'annonce du poste précédent;
Heure d'arrivée;
Heure de départ;
Nombre de minutes de retard;
Observations.

L'aide chargé de la tenue du registre et souvent de la manœuvre du télégraphe est habituellement un jeune garçon, qui arrive en peu d'années à connaître parfaitement le service du poste et l'usage des appareils.

Fermeture des postes. — Le service n'est pas continu dans tous les postes de signaux : plusieurs sont fermés à certaines heures tous les jours et chôment le dimanche. Ces postes peuvent être des stations de block :

avant la fermeture, les postes correspondants sont avisés, les communications télégraphiques directes établies et les signaux intéressant la circulation des trains sont mis à voie libre, avec fanaux éteints. Les mécaniciens doivent connaître les postes ainsi retirés du service : ils en trouvent la liste dans les ordres généraux.

SIGNAUX EN TEMPS DE BROUILLARD. — Les brouillards sont fréquents et parfois fort épais en Angleterre, surtout à Londres : ils rendent fort difficile l'exploitation des chemins de fer. Une organisation spéciale assure en ce cas la marche des trains et permet de faire connaître aux mécaniciens la position des signaux qu'ils ne peuvent suffisamment voir. Tout mouvement de quelque importance étant contrôlé par un signal, une telle organisation se trouve particulièrement efficace.

En principe, les signaux qui s'adressent à des trains en marche, et surtout les *distant signals*, doivent être doublés par des pétards, lorsqu'ils sont à l'arrêt : un agent spécial est chargé de poser les pétards sur les rails ; il doit en placer deux à quelque distance en avant du signal, sans le perdre de vue, puis s'en rapprocher un peu, s'il le peut, et en reproduire les indications avec une lampe à main, lors de l'approche d'un train.

On doit même aller poser des pétards à 150 ou 200 mètres en avant du *distant signal*, lorsqu'il y a lieu de croire qu'un train précédent stationne devant le *home signal* correspondant, afin de mieux couvrir ce train.

Les agents qui font ce service sont désignés d'avance et chacun connaît le poste qu'il doit occuper : le personnel d'entretien des voies en fournit un grand nombre, les opérations de réfection étant suspendues pendant le brouillard.

Ces hommes doivent se rendre à leurs postes dès que le brouillard se produit, sans attendre d'ordre ; pendant

la nuit, les chefs de station les envoient prévenir à domicile. Lorsque le service de brouillard se prolonge, on leur distribue des boissons chaudes et des vivres, puis on doit les remplacer au bout d'un certain nombre d'heures. Dans les gares importantes, un chef d'équipe fait des rondes de surveillance.

Parfois le brouillard est si épais qu'on ne peut apercevoir le bras d'un sémaphore un peu élevé : c'est alors que le bras répétiteur de petite dimension, monté vers le bas du mât, est fort commode.

Sur les lignes à voies multiples très serrées, comme aux entrées dans Londres, la situation des agents chargés du service des pétards pourrait être fort dangereuse : on leur ménage alors des fosses dans les entrevoies, où des répétiteurs les renseignent sur la position des signaux.

En attendant l'arrivée des agents spéciaux, les signaleurs doivent poser eux-mêmes des pétards devant leurs postes sur les voies fermées.

Outre le service des pétards, l'allumage des lampes de signaux est prescrit par le brouillard. Certaines manœuvres sont aussi interdites, notamment l'usage du signal *advanced starting* pour laisser avancer un train qui attend le débloquage d'une section : on craint que les signaleurs, perdant un train de vue, n'oublient sa présence. Il est d'ailleurs tout spécialement recommandé aux mécaniciens arrêtés devant des signaux en pareils cas de se servir du sifflet pour rappeler qu'ils sont là.

Enfin on réduit autant que possible le nombre des manœuvres, et l'on supprime certains trains. Les ordres de service prévoient ces suppressions, qui comprennent même des trains de voyageurs, dans les exploitations de banlieue très chargées.

Les mesures prescrites en cas de brouillard s'appliquent aussi pendant les chutes de neige, qui obscurcis-

sent l'atmosphère et couvrent les voyants de signaux.

Sir G. Findlay, directeur du London and North Western Ry, a récemment donné à une commission parlementaire quelques détails curieux sur le service de son réseau pendant les brouillards d'une opacité extraordinaire qui ont couvert l'Angleterre du 21 au 24 décembre 1891. L'approche de Noël causait une grande affluence de voyageurs et de colis de messagerie, et le brouillard était si épais que souvent les agents postés au pied même des sémaphores ne pouvaient en distinguer les bras. (Des mécaniciens m'ont dit qu'ils avaient perdu de vue la cheminée de leur locomotive.) Dans les rues mêmes de Londres, la marche des voitures, des chariots de camionnage, des fourgons de la poste, était des plus difficiles. Aucun accident ne s'est produit sur le chemin de fer, mais le service a été entièrement désorganisé.

Sur le réseau du L. and N. W. Ry, près de 4.000 agents sont normalement affectés au service des signaux de brouillard, et la consommation annuelle de pétards approche d'un million, coûtant 80.000 fr.

Quelques signaux sont munis de sonneries ou de trompettes qui, lorsqu'ils sont à l'arrêt, se font entendre des mécaniciens, notamment sur le L. and N. W. Ry.

Parmi les dispositions de nature à guider les mécaniciens, nous indiquerons encore l'usage de lumières blanches servant de repères dans le tunnel du Metropolitan district Ry, auprès de la station de Mansion house. Ce tunnel est souvent obscurci par la vapeur et renferme un signal qu'il est essentiel de ne pas dépasser : quand on en approche, on voit d'abord trois feux blancs en rangée verticale, puis deux un peu plus loin, enfin un seul.

Exemples de l'emploi des signaux. — Les quelques plans ajoutés à notre mémoire donneront une idée de

l'application du système dont nous avons indiqué les traits principaux.

Gare de Southampton. — La gare de Southampton, représentée (*fig.* 1, Pl. VIII), est le point terminus d'une ligne à deux voies ; elle comprend six voies à quai en impasse, dont trois peuvent servir à l'arrivée et toutes au départ des trains ; en outre, des ramifications desservent le quai du port, une gare de marchandises, une remise à locomotives et divers garages. Les principaux signaux, pour le départ, sont un *starting* en tête de chaque voie ; un *advanced starting*, distinct également pour chaque voie, est placé sur un pont dans l'avant-gare. A l'arrivée, des bras distincts de sémaphore, montés sur le même pont, indiquent les quatre directions vers lesquelles les trains peuvent être dirigés. Les manœuvres sont commandées par des disques à fleur de terre, correspondant à presque tous les mouvements possibles. Un de ces disques existe en tête de chaque voie en impasse à côté du *starting*, qui n'est manœuvré que pour le départ d'un train et non pour un mouvement dans l'intérieur de la gare. Sur quatre des quais, des bras supplémentaires doublent l'indication du *starting*, afin d'augmenter la visibilité de ce signal, surtout pour les agents de la station.

Gare du Lancashire and Yorkshire Ry, à Liverpool. — La *fig.* 2, Pl. VII représente les signaux de la gare terminus du Lancashire and Yorkshire Ry à Liverpool, gare ouverte au service le 1er juillet 1888.

Nous donnons ci-dessous le tableau des signaux, désignés par les nos des leviers de commande dans les cabines.

Cabine A.

Signaux montants.

Nos	1.	Manœuvres de voie	11	à voie montante principale.
	2.	—	10	—
	3.	—	9	—
	4.	—	8	—
	5.	—	6	—

6. Voie 5 à plaque tournante.
7. — 4 —
8. — 3 aux garages.
9. — 2 —
10. — 1 —
11. — 11 à plaque tournante.
12. — 10 —
13. — 9 —
15^{A}. — 4 aux garages de voitures.
16. Manœuvres de voie 3 à voie montante principale.
17. — 2 —
18. — 1 —
20. Départ (*Starting*) de voie 11
22. — 10
24. — 9
26. — 8
28. — 6
29. Voie 5 aux garages de voitures.
31. Manœuvres de voie 5 à voie montante principale.
32. Départ (*starting*) de voie 5.
33. Manœuvres de voie 4 à voie montante principale.
35. Départ (*starting*) de voie 4.
36. Voie 3 à plaque tournante.
38. Départ (*starting*) de voie 3.
39. Voie 2 à plaque tournante.
42. Départ (*starting*) de voie 2.
43. — 1
47. Sortie du garage.
48. — des garages de machines.
50. — des garages.
52. — de la plaque tournante.
54. — —
56. — —
67. Double transmission signal avancé (*advanced starting*) pour voies 10 et 11
68. — — 9
69. — — 6 et 8 (pour voies pp^{les} de l'Ouest).
70. — — 6 et 8 (pour voies pp^{les} de l'Est).
71. — — 5
72. — — 5
73. — — 4
74. — — 4
75. — — 2 et 3
76. — — 1
77. Entrée des garages de voitures.
G. Sortie de la voie 7.

Signaux descendants.

44 Plaque tournante à voie 9
45. — 10
46. — 11

130. Signal de distance sur voie dérivée pour voies 4 à 11. (*Nota :* Ce signal est le signal d'arrêt absolu n° 131 de la cabine B, manœuvré par double transmission. Il en est de même de plusieurs signaux désignés ci-après).
134. Signal de distance sur voie principale de l'Ouest pour voies 4 à 11
135. — — 1, 2, 3
136. — de l'Est — 4, 5, 6, 8
137. — — 1, 2, 3
139. (Double transmission) manœuvres de voie principale de l'Est à voies 1, 2, 3
141. — — 4, 5
143. — — 6, 7, 8
145. — de l'Ouest 4, 5
147. — — 6 à 11
149. Garages de voitures à voies 4, 5.
156. (Double transmission) voie principale de l'Ouest à voies 9 à 11
157. — — 6, 8
158. — — 4, 5
159. — de l'Est 6, 8
160. — — 4, 5
161. — — 1, 2, 3
163. (Double transmission). Garages de voitures à voies 1, 2, 3
165. — Entrée des voies 6, 7, 8
167. — — 9, 10, 11.
168. Entrée des voies 1, 2, 3.
170. Entrée vers la plaque tournante.
172. Manœuvres vers voie 4.
173. — 5
174. — 9
175. — 10 et 11 et plaque tournante.
176. — 10
177. — 11
178. Manœuvre vers garage de la plaque.
179. Garage de la plaque vers voie 4
180. — 5
181. Voie principale de l'Est à plaque tournante.
182. Voie principale de l'Ouest à voie 11
183. — 10
184. — 9
185. — 8
186. — 6
187. Voie principale de l'Est à voie 5
188. — 3
189. — 2
190. — 1
191. — 4
192. Garage de plaque à voie 3
193. — 2
194. Garages à voie 3
195. — 2
196. — 1
D. Manœuvre vers voie 6
E. — 7
F. — 8

Cabine B.

Signaux montants.

14. (Double transmission) voie 5 à garages de voitures.
15. — 4 —
19. (Double transmission) signal de départ (*starting*) de voie 11
21. — — 10
23. — — 9
25. — — 8
27. — — 6
30. — — 5
34. — — 4
37. — — 3
40. — — 2
41. — — 1
49. (Double transmission) sortie de la plaque de l'Ouest.
51. — de l'Est.
53. — —
55. — —
57. (Double transmission) signal de départ avancé (*advanced starting*, voies 10, 11
58. — — 9
59. — — 6, 8
60. — - 6, 8
61. — — 5
62. — — 5
63. — — 4
64. — — 4
65. — — 2, 3
66. — — 1
78. Entrée des garages de voitures.
79. Entrée sur la voie dérivée.
80. (*Home signal*) commande l'entrée de la voie principale de l'Ouest.
81. Passage de la voie principale de l'Est à celle de l'Ouest.
82. (*Home signal*) commande l'entrée de la voie principale de l'Est.
84. Sortie de garage sur voie dérivée montante.
93. Signal de départ avancé (*advanced starting*) voie principale de l'Ouest.
94. — — de l'Est.

Signaux descendants.

114. Signal de distance (*distant*) voie principale de l'Ouest.
115. — — de l'Est.
121. — voie dérivée.
123. *Home signal* voie principale de l'Ouest pour voies 4 à 11
124. — — 1, 2, 3
125. — de l'Est 4, 5, 6, 8
126. — — 1, 2, 3
127. Manœuvres (refoulement) vers côté Ouest.
128. — Est.
129. Voie dérivée vers garage.
131. *Home signal* voie dérivée.

132. Manœuvres (refoulement) vers côté Ouest.
133. — Est.
138. Manœuvres voie principale de l'Est vers voies 1, 2, 3
140. — — 4, 5
142. — — 6, 7, 8
144. — de l'Ouest 4, 5
146. — — 6 à 11
148. Garages de voitures vers voies 4, 5.
150. Voie principale de l'Ouest vers voies 9, 10, 11
151. — — 6, 8
152. — — 4, 5
153. — de l'Est — 6, 8
154. — — 4, 5
155. — — 1, 2, 3
162. Garages de voitures vers voies 1, 2, 3.
164. Manœuvres vers voies 6, 7, 8.
166. — 9, 10, 11
169. (Double transmission) manœuvres vers voies 1, 2, 3.
171. — vers plaque tournante.

Cabine C.

Signaux montants.

83. *Distant signal.*
86. *Home signal.*
87. Sortie des garages côté montant.
88. — descendant vers voie montante.
89. Garages côté descendant à garages côté montant.
90. Sortie garage côté montant.

Signaux descendants.

110. *Distant signal.*
118. Sortie garage côté descendant.
119. Garage côté montant à voie descendante.
120. Garage côté montant à garage côté descendant.
122. *Home signal.*

Cabine de la bifurcation.

Signaux montants.

85. *Distant signal* (sur voie dérivée).
91. — sur voie principale de l'Ouest.
92. — — de l'Est.
95. *Home signal* de garage.
96. — de voie dérivée.
97. Sortie du garage côté descendant.
98. *Home signal* voie principale de l'Ouest.
99. Passage voie principale de l'Est à celle de l'Ouest.
100. 1er *Home signal* voie principale de l'Est.
101. Signal indicateur de l'aiguille de sûreté.

102. Signal avancé (*starting*) voie principale de l'Ouest.
103. — de l'Est.
A. 2e *Home signal* voie principale de l'Ouest.
B. Voie de l'Ouest à voie de l'Est.
C. 2e *Home signal* voie de l'Est.

Signaux descendants.

104. Signal de distance (*distant*) sur voie principale de l'Ouest.
105. — — de l'Est.
106. 1er *Home signal* voie principale de l'Ouest.
107. Voie principale de l'Ouest à celle de l'Est.
108. — de l'Est — de l'Ouest.
109. 1er *Home signal* voie principale de l'Ouest.
111. Entrée de la voie dérivée.
112. 2e *Home signal* voie principale de l'Ouest.
113. — de l'Est.
116. Signal de départ avancé (*advanced starting*) voie principale de l'Ouest.
117. — — de l'Est.

Comme le montre le plan, l'Exchange station de Liverpool comprend onze voies en cul-de-sac, dont dix à quai ; seule la voie n° 7 n'a pas de quai et sert au dégagement des voies nos 6 et 8.

Le service de la gare se fait en bout, mais les voies 3 et 4 sont desservies par une chaussée charretière, ouvertes aux voitures pour l'arrivée.

Les 11 voies viennent converger en un faisceau de quatre voies principales, formant deux groupes, composés chacun d'une voie montante et d'une voie descendante et dits groupe de l'ouest et groupe de l'est. Les voies 1 à 8 sont en communication avec le groupe de l'est, tant pour l'arrivée que pour le départ, et les voies 4 à 11 desservent normalement le groupe de l'ouest : les voies 4 à 8 sont donc communes aux deux groupes. En outre, le groupe de l'ouest est en relation possible avec les voies 1, 2 et 3.

Du groupe de l'ouest se détachent deux voies, dites voies dérivées, l'une montante et l'autre descendante : ces voies dérivées vont plus loin rejoindre les voies de l'ouest et, sur leur parcours, elles desservent la gare de marchandises de Great Howard street.

Au delà de la seconde jonction des voies dérivées, une double communication met en relation les voies de l'ouest et de l'est et permet de passer d'un groupe sur l'autre.

Deux plaques tournantes pour locomotives, avec voies de garage à fosse, sont installées à la sortie même de la gare. Un peu plus loin, des garages à voitures reçoivent les trains vides sur le côté des lignes principales.

Il y a dans la gare quatre postes de signaux : l'un en A à la sortie de la halle, un second en B aux garages de voitures, le troisième à la bifurcation de l'Exchange station. Le quatrième poste, en C, dessert les voies dérivées et l'entrée de la gare des marchandises (de Great Howard street).

L'origine du block-system est à la sortie même de la halle, au poste A. Toutefois, entre le poste A et le poste C sur les voies dérivées, les mouvements se font par consignes de gare et non par block-system.

Tous les mouvements de quelque importance sont commandés par signaux. Pour les manœuvres, les bras de sémaphore ont des dimensions réduites. La double transmission est fréquente, notamment autour des postes A et B. On ne cherche pas à réduire le nombre des bras en commandant un seul signal visuel par plusieurs leviers d'un même poste, la multiplicité des leviers étant nécessaire pour réaliser les enclenchements convenables.

Nous voyons sur le plan des exemples de la manœuvre simultanée, que nous avons décrite plus haut, d'un signal de distance par un signal d'arrêt absolu monté sur le même mât : tels sont les n°s 102, 103, 104, 105 (à l'extrémité droite du plan) ; ces signaux de distance sont manœuvrés par des leviers du poste de la bifurcation, mais leur bras ne s'abaisse que lorsque le poste voisin de Sandhills met à voie libre les signaux d'arrêt absolu qui les surmontent.

Les signaux 83, 85, 91, 92, 114, 116 sont manœuvrés de même.

Quand deux signaux d'arrêt se trouvent sur la même voie à une très faible distance l'un après l'autre, on se dispense de monter un bras spécial pour servir de signal de distance avertisseur du second signal d'arrêt, mais c'est le bras même du premier signal d'arrêt qui en tient lieu. C'est ainsi que les bras 123, 124, 125, 126 d'arrêt absolu de la cabine B servent comme signaux de distance n[os] 134, 135, 136, 137 à la cabine A et précèdent les signaux d'arrêt absolu commandés par cette cabine A.

En tête de chaque quai se trouve un mât avec plusieurs bras superposés : le bras supérieur, qui est le plus grand, est le signal de départ ou starding ; viennent ensuite : un bras commandant d'avancer sur la voie principale pour manœuvrer, un pour l'envoi aux garages de voitures, puis un pour l'accès aux voies qui desservent la plaque tournante ; ce dernier s'adresse aux locomotives qui se dégagent une fois que le train qu'elles avaient amené est reparti.

Suivons un train en partance. Après avoir franchi le *starting signal*, il passe sous un pont à signaux qui porte des *advanced starting* dédoublés, suivant que la direction ouverte est celle des groupes de l'ouest ou de l'est.

Un second pont, au point de convergence de toutes les voies, porte des bras commandés par la cabine B et correspondant aux diverses directions qu'on peut prendre (voie montante dérivée, de l'ouest ou de l'est, ou jonction des voies de l'est vers celles de l'ouest).

Le train est alors sorti des voies de la gare ; il doit à quelque distance franchir la bifurcation multiple résultant de la jonction des voies dérivées et de la double communication des deux groupes principaux. Un sémaphore peut commander l'arrêt avant chaque convergence de voies et,

au contraire, un sémaphore à deux bras contigus précède chaque ramification.

Un train arrivant, après avoir dépassé cette bifurcation multiple, rencontre, avant la cabine B, des sémaphores à deux bras parallèles (nos 126 et 125 pour voie de l'est, 124 et 123 pour celle de l'ouest), qui lui annoncent de même la direction que lui ouvre la prochaine aiguille en pointe : les deux ponts à signaux avec bras parallèles indiquent de même successivement les ramifications suivantes.

Un train en manœuvres, qui s'est avancé sur l'une des voies principales montantes, refoule sur l'ordre donné par des sémaphores spéciaux installés à la gauche du train refoulant, c'est-à-dire placés comme si la voie montante était une voie descendante (ce qu'elle est effectivement pendant le refoulement) : tels sont les nos 128 et 127, 133 et 132. Dans ce cas, les bras sont superposés deux à deux, le supérieur indiquant la direction de gauche.

Enfin, la sortie des voies diverses de garage et de celles qui desservent les plaques tournantes est commandée également par des bras spéciaux.

En général, pour les voies principales, les bras qui précèdent une ramification de voies sont contigus et au même niveau, et forment un groupe séparé des autres signaux. De pareils groupes équivalents sont placés côte à côte quand deux voies principales de même sens sont voisines, afin d'éviter toute incertitude sur la voie à laquelle s'appliquent ces signaux. Autant que possible, un signal est à la gauche de la voie qu'il commande ou au-dessus. Mais on place parfois un mât à droite d'une voie, quand toute confusion est impossible comme, par exemple, le mât portant les nos 99 et 100, qui est sur le côté droit de la ligne de l'est, quoique s'appliquant à la voie montante qui est à gauche.

La prudence est recommandée aux mécaniciens à l'en-

trée dans cette gare, qui est en pente de 4 millimètres par mètre sur les 400 derniers mètres vers les heurtoirs.

Les quais, les voies de garage et les postes de signaux sont reliés par des communications électriques, afin d'éviter l'usage du sifflet au départ des trains et pendant les manœuvres. Exceptionnellement, on peut donner avec le sifflet les signaux suivants :

Entrée ou sortie de la gare des voyageurs.	1 coup.
Entrée ou sortie des voies dérivées de Great Howard street.	3 coups.
Passage des voies principales de l'Ouest à celles de l'Est *et vice versâ*.	2 coups brefs.

Gare de Waterloo à Londres. — La gare de Waterloo, du London and South Western Ry, est l'une des plus importantes de Londres : elle a été récemment agrandie et les signaux y ont été modifiés. La Pl. IX en donne le plan général. Six voies, trois montantes et trois descendantes, c'est-à-dire s'éloignant de Londres, viennent s'y ramifier en un éventail de dix-huit voies, numérotées de 1 à 18, toutes à quai, sauf une. En outre, la gare comprend quelques garages, deux plaques à locomotives et une voie spéciale pour le départ des trains funéraires, avec bâtiment approprié.

Les principaux signaux sont disposés sur deux ponts qui traversent toutes les voies et sur des mâts isolés en tête des quais. Sur le plus grand des ponts est installé aussi le poste de manœuvre « A ».

Le premier pont (à gauche du plan) porte trois groupes de deux bras s'adressant respectivement aux trois voies montantes ou entrant en gare : on efface l'un ou l'autre de ces deux bras suivant que le train doit être dirigé sur une des voies 1 à 7, formant un premier groupe, ou sur une voie n° 8 à 18. En outre, à un niveau inférieur, six bras correspondent aux six voies principales, désignées par les lettres A, B, C, D, E et F et permettent, pour chacune d'elles, l'entrée en gare des manœuvres.

La *fig.* 1, Pl. X montre les signaux du second pont tels qu'ils se présentent aux mécaniciens entrant en gare (tandis que sur le plan d'ensemble ce pont est figuré rabattu en sens contraire). Les bras de ce pont indiquent aux trains montants, une fois qu'ils ont dépassé le premier pont, le numéro de la voie vers laquelle ils sont dirigés : ils forment deux rangées horizontales, la supérieure s'adressant aux trains de l'une ou l'autre voie montante principale (B et C), qui n'arrivent normalement que sur les nos 1 à 13 ; l'inférieure sert aux trains de Windsor (voie F) reçus sur les nos 7 à 18.

A un niveau inférieur, on trouve, comme sur le premier pont, des signaux de manœuvre correspondant respectivement aux six voies A, B, C, D, E et F. Pour améliorer leur visibilité, on a été conduit à les composer de deux bras à manœuvre simultanée, placés à des hauteurs différentes ; la nuit un seul groupe de ces bras est éclairé.

Enfin le mécanicien d'un train entrant en gare trouve un dernier signal sur le mât en tête du quai le long duquel il va se ranger ; par exception, le bras de ce signal peut prendre trois positions : entièrement rabattu, il indique voie libre jusqu'au heurtoir ; incliné à 45°, il avertit qu'il y a des véhicules en stationnement vers le fond de la voie ; horizontal, il interdit l'entrée. Deux pédales montées sur la voie, l'une près du fond, l'autre vers le milieu du quai, sont en relation avec ce bras de sémaphore ; si un véhicule stationne sur la pédale du bout, le bras ne peut s'incliner qu'à 45°, lorsque le signaleur l'abaisse : il reste horizontal si le véhicule stationne sur la seconde pédale.

Les trains partants ou descendants trouvent d'abord le *starting signal* en tête du quai de départ. La *fig.* 3, Pl. X, représente le mât qui porte ces signaux pour les voies nos 5 et 6. Ils sont dédoublés, un bras indiquant le départ

sur la voie dite principale (ou de grande ligne) et l'autre le départ sur l'une des deux voies descendantes de Windsor. Le même mât porte, pour chacune des deux voies, deux bras qui contrôlent les manœuvres : l'un d'eux commande une manœuvre sur voie descendante, c'est-à-dire dans le sens normal de la circulation, et l'autre, qui a une forme spéciale, une manœuvre sur voie montante, c'est-à-dire à contre-voie.

Sur le grand pont du poste A, sont répétés les différents *starting signals*, avec les numéros des voies auxquelles ils s'adressent ; les bras correspondants sont manœuvrés simultanément. Les deux bras les plus élevés sur ce pont s'appliquent aux deux voies descendantes de Windsor. Enfin, les six bras de la rangée inférieure commandent les manœuvres s'éloignant de la gare sur les voies A, B, C, D, E et F.

Sur le pont suivant, les trains partants trouvent un *advanced starting* pour chacune des trois voies descendantes, et en-dessous un *distant signal*, manœuvré d'un second poste « B ». Enfin trois bras de forme spéciale contrôlent les manœuvres à contre-voie sur les trois voies montantes : ces bras donnent la nuit un feu rouge pour l'arrêt et un feu pourpre pour la voie libre (il y a là une anomalie assez grave, le feu pourpre indiquant l'arrêt sur les petits disques de manœuvre en d'autres points) ; les manœuvres sont arrêtées un peu plus loin par un disque à fleur de sol.

Les six voies principales descendantes A, D, E et montantes B, C, F sont reliées à quelque distance de la gare de Waterloo par une paire de ciseaux (*fig.* 2, Pl. X) comprise entre deux ponts à signaux, et manœuvrée par un poste B. Chaque pont présente trois groupes de trois bras pour les trois voies de même sens : ainsi pour la voie A, les trois bras indiquent la direction directe A, le passage de A sur D, et le passage de A sur E. Les trois

bras sont disposés dans l'ordre de ces trois voies, et celui qui s'applique à la voie directe est plus élevé. Sous ce bras plus élevé est un *distant signal* du poste suivant « C » ; on n'a pas jugé utile de répéter les indications de ces *distant signals* sous les autres bras, parce qu'ils s'appliquent à des voies déviées, qui doivent être franchies à vitesse réduite : le train ainsi dévié ne devra pas encore marcher vite en approchant du poste C, qui n'est pas éloigné.

Les bras sont disposés de même pour les autres voies ; l'ensemble se présente avec une symétrie qui rend les confusions peu probables. La *fig.* 1, Pl. XI, est le dessin de l'un de ces ponts, qui donnera une idée de l'aspect et des proportions des appareils. En me transmettant ce dessin, l'ingénieur du L. and S. W. Ry, M. E. Andrews, m'a fait remarquer que la travée métallique qui porte ces signaux peut paraître un peu lourde, mais qu'elle n'est pas contreventée à ses extrémités et qu'elle est installée au-dessus d'un viaduc élevé et fort exposé à l'action du vent. De pareils ponts, quand ils sont montés sur un sol de niveau, peuvent être fort légers : souvent on les raidit à l'aide de haubans en fil de fer, comme on le fait pour les mâts isolés de signaux.

Sur les deux voies extrêmes, on a pu placer des *advanced signals* (n[os] 57 et 34 du plan) qui évitent l'arrêt des trains trop loin des points qu'ils ne doivent pas franchir.

Malgré l'importance des installations de signaux et d'enclenchements à la gare de Waterloo, il n'est pas possible d'y commander absolument toutes les manœuvres à l'aide de ces appareils ; c'est ainsi que les machines qui ont amené un train se dégagent en suivant immédiatement à faible distance ce train lorsqu'il repart : la machine ainsi dégagée s'arrête dans l'avant-gare, d'où elle est dirigée sur un autre train, sur un garage, ou renvoyée au dépôt. Pour l'entrée sur les quais des trains de

matériel vide, on admet encore la manœuvre par lancement : la machine qui remorque le train vide se détache, accélère sa vitesse, puis est aiguillée vers un garage, tandis que les voitures sont envoyées jusqu'au quai.

Enfin la machine d'un train arrivant se dégage quelquefois en refoulant son train, jusqu'à ce qu'elle puisse s'aiguiller : le train redescend à quai par la gravité, les voies étant en pente vers le fond de la gare.

Signaux des lignes métropolitaines de Londres. — Le système usuel des signaux s'est adapté sans grande modification à l'exploitation de lignes aussi chargées que le réseau métropolitain de Londres. Si les trains s'y succèdent à des intervalles extrêmement courts, tous marchent à la même vitesse moyenne, les quelques trains non omnibus devant nécessairement avoir une moindre vitesse de marche, et, dans la plupart des stations, on ne fait pas de manœuvres. Beaucoup des difficultés et des complications des lignes ordinaires n'existent pas sur ce réseau ; mais, sur la portion la plus chargée, la disposition des lieux est telle qu'on ne peut compter qu'un mécanicien puisse apercevoir le train qui le précède sinon au moment où il le tamponnerait ; des précautions très grandes doivent être prises ponr assurer la couverture des trains par les signaux fixes.

Ces lignes se composent d'un circuit intérieur complet, d'où rayonnent des branches et des raccordements ; elles appartiennent aux deux compagnies du *Metropolitan district* et du *Metropolitan railway*, mais reçoivent les trains de plusieurs autres compagnies. Nous donnons, (*fig.* 4, Pl. X), quelques extraits du graphique de la marche des trains sur le cercle, montrant combien la circulation y est active.

A chaque station du District Ry sur le cercle intérieur est un poste de signaux ; il y a en outre deux postes intermédiaires qui coupent les sections un peu plus lon-

gues que les autres comprises entre Victoria, Sloane square et South Kensington (distances de ces stations, 1.025 et 1.250 mètres). Une station comprend, pour chacune des deux directions, les trois signaux fondamentaux : *distant, home et starting*. Le dernier est placé en tête du quai, en avant de la machine à sa position normale d'arrêt. Il est nécessaire qu'il soit vu en outre du personnel de la station et du conducteur du train, qui se trouve à l'arrière et donne le signal de départ en agitant un drapeau, car ce signal de départ ne doit être donné que lorsque le *starting* est à voie libre ; comme, dans certaines stations, par suite de courbes ou d'obstacles divers gênant la vue, cette condition n'est pas bien remplie, on double alors le *starting* au moyen d'un signal répétiteur, installé au milieu du quai et commandé par la même transmission. Le *home* est installé à une petite distance avant le quai de la station, de manière à se trouver à environ 90 mètres de la queue d'un train en stationnement. Enfin le *distant* est placé soit sur le mât du *starting* de la station précédente et en dessous, dans le cas des plus courtes distances entre stations, soit à une faible distance en aval de ce *starting signal*. Dans le premier cas, les deux bras sont enclenchés comme nous l'avons dit.

Les signaux sont échangés de poste à poste au moyen des appareils d'enclenchement électrique *Sykes*, qui ne permettent d'effacer le signal de départ d'un poste, pour le passage d'un train, qu'avec le consentement du poste suivant, et lorsque le signal de départ de ce poste suivant à été remis à l'arrêt derrière un train précédent.

Un train ne quitte donc une station que quand la section devant lui, qui comprend généralement la station suivante, est libre ; on ne laisse pas deux trains pénétrer à la fois dans la même section, sauf pour porter secours en cas de détresse.

Le signaleur dispose pour la direction des trains mon-

tants (up trains) d'une boîte à timbre T (voir *fig.* 2, Pl. XI) avec bouton de commande *b* (du timbre du poste correspondant), d'un petit indicateur sémaphorique de la section d'aval S, et d'une boîte Sykes avec cadrans indicateurs D et D_1. Les appareils symétriques, pour l'autre direction, celle des trains descendants (down trains) sont désignés par les lettres T', *b'*, S', D', D'_1.

Le cadran D indique la position du verrou enclenchant le levier de manœuvre du signal de départ pour les trains montants, par l'apparition des inscriptions « Locked » (verrouillé) et « Free » (libre) : ce verrou étant manœuvré du poste suivant, dans le sens de la marche, ce cadran indique ainsi que la section d'aval est occupée ou libre. Le petit bras sémaphorique S donne la même indication. Le second cadran D_1, s'applique au contraire à la section d'amont et est en relation avec le bouton plongeur P, qui permet de déverrouiller le levier du signal de départ du poste précédent. Ce cadran D_1 montre un voyant blanc pour voie libre, avec les inscriptions *Train accepted* et *Train on* (train accepté) et (train dans la section); la première de ces inscriptions apparaît quand le signaleur du poste où il se trouve répond, en pressant le plongeur P, à l'annonce d'un train faite du poste précédent, la seconde au moment où ce poste précédent abaisse son signal de départ.

Enfin un commutateur E, rabattu sur le plongeur P, empêche de le manœuvrer et met à l'arrêt l'indicateur sémaphorique du poste précédent : il doit être employé lors des manœuvres telles que le garage d'un train ou le passage d'une voie sur l'autre.

La seconde série d'appareils semblables fonctionne de même pour les trains descendants. Les notes données par les deux timbres T et T' qui mettent le poste B en relation avec les postes A et C sont de hauteur différente.

La manœuvre de tous ces appareils est expliquée en

détail dans les instructions données annexe n° 2. On voit que si A, B et C sont trois postes consécutifs, pour expédier un train de B vers C, B l'annonce par coups de timbre, qui indiquent la nature du train (omnibus, direct, etc...) et sa destination, C répond en pressant le plongeur qui libère le levier du signal de départ de B, et en répétant les coups de timbre. B met alors son signal de départ à voie libre, ce qui fait apparaître en C la mention *Train on*; C met à voie libre ses signaux *home* et *distant* (à moins que le train ne soit direct et que la section qui suit C ne soit pas encore libre, auquel cas les signaux de C restent à l'arrêt, pour arrêter à coup sûr le train direct en C).

Dès que le train entier a dépassé le signal de départ de B, B le remet à l'arrêt et donne à A l'avis de voie libre au moyen de trois coups de timbre en pressant le bouton *b*, avis qui doit être retourné par A. Tout est alors prêt pour l'admission d'un second train dans la section AB à la suite des mêmes formalités.

Les instructions rapportées annexe n° 2 donnent ensuite les règles à suivre en cas de signaux mal transmis et d'avaries aux appareils. Les opérations doivent alors être conduites par le chef de la station (station inspector), que le signaleur appelle au moyen d'un coup de sifflet. Les timbres et indicateurs sémaphoriques fonctionnent indépendamment de l'appareil Sykes et permettent d'assurer le service à eux seuls, en déverrouillant à l'aide d'une clef spéciale le levier de manœuvre du signal de départ. On y adjoint le télégraphe à une aiguille de poste à poste, pour lequel un code de signaux simples est prescrit en pareil cas et qui reste comme dernière ressource. Les mécaniciens doivent d'ailleurs être avertis et marcher avec une grande prudence. Si le chef de station n'arrive pas à une certitude absolue sur l'état d'une section, il doit la faire parcourir à pied ou y faire piloter les trains.

Les signaux installés dans les stations sont des sémaphores ordinaires avec lampes à gaz. Ceux qui sont dans les tunnels sont de simples lampes à verres colorés, placées près du sol, où la fumée et la vapeur sont moins épaisses qu'à la voûte, entre les deux voies, ou latéralement. Des indicateurs donnent au signaleur, dans son poste, la position de tous les signaux qu'il ne voit pas aisément.

Le diagramme de la station de Westminster bridge (*fig.* 3, Pl. XI) montre la disposition des stations intermédiaires. Les signaux et appareils, désignés par les numéros des leviers de manœuvre, sont les suivants :

N° 1. Distant signal de la voie descendante (feu près du sol).
2. Home signal de la voie descendante (feu près du sol).
3. Starting signal de la voie descendante (sémaphore).
3'. Répétiteur de 3, au milieu du quai (manœuvré par le même levier).
4. Communication des deux voies.
5. Starting signal de la voie montante (sémaphore).
5'. Répétiteur du précédent au milieu du quai.
6. Home signal de la voie montante (feu près du sol).
7. Distant signal de la voie montante (feu près du sol).
S. Distant signal de Charing Cross.
T. Distant signal de Saint James's.

Aux deux postes intermédiaires entre les stations de Victoria, Sloane square et South Kensington, il n'y a pour chaque voie que deux signaux : *starting* et *distant*. Au contraire, on emploie en quelques points, notamment à la station de Charing Cross, l'*advanced starting*, dont nous avons plus haut expliqué le rôle, et qui permet d'accélérer un peu le mouvement des trains en cas d'engorgement des sections d'aval. Le diagramme de la *fig.* 4, Pl. XI, représente cette station. Dans ce cas, c'est l'*advanced starting* qui devient la véritable origine de la section et dont le levier est en relation avec le poste suivant. Les garages, figurés sur le plan, ne sont presque plus jamais employés, parce qu'ils sont trop courts pour les trains actuels.

Les communications de voies et les quelques garages des stations intermédiaires ne sont employés qu'excep-

tionnellement ; l'absence de manœuvres rend assez facile l'exploitation, malgré son extrême activité ; les trains se succèdent en effet avec une telle fréquence que souvent des sections sont occupées pour ainsi dire sans interruption, l'annonce d'un nouveau train suivant immédiatement l'avis de voie libre donné dès que le train précédent a quitté la section. La manœuvre des appareils Sykes est facile et rapide ; l'enclenchement des leviers de poste à poste rend presque impossibles les erreurs des signaleurs. Mais aux stations têtes de lignes le service est plus difficile et exige des installations plus compliquées.

Résumé général. — On peut résumer comme il suit le système généralement suivi en Angleterre : pour les mécaniciens, grande simplicité et grande précision du système de signaux, puisqu'ils n'ont à observer que deux sortes de signaux, commandant l'arrêt absolu ou simplement avertisseurs, et que tous leurs mouvements leur sont commandés par signal ; il faut qu'ils connaissent bien les dispositions locales de chaque ligne qu'ils parcourent, de chaque station qu'ils traversent ; cette connaissance, en quelque sorte instinctive, s'acquiert assez rapidement, malgré la complication des gares et bien que les mécaniciens d'un réseau circulent fréquemment sur d'autres réseaux ; pour les signaleurs, les appareils, délicats et souvent multiples, exigent de l'habileté et de l'attention. Toutefois on rend de moins en moins probables les erreurs par l'extension des enclenchements mécaniques et électriques des leviers de manœuvre entre eux et avec les appareils télégraphiques du block-system. On tire d'ailleurs de ces derniers appareils autant de services que possible ; ils ne constituent plus une simple addition aux signaux ordinaires pour maintenir l'espacement des trains : ils annoncent d'avance leur nature et leur destination, ce qui permet de faire place aux plus importants ;

ils servent à couvrir les trains non seulement en marche, mais arrêtés ou en manœuvre dans une station ; ils jouent un rôle important dans la protection des bifurcations. On se sert aussi du block pour couvrir les lorries des agents de la voie, lorsqu'ils traversent des tunnels ; pour protéger les passages à niveau lorsque des locomotives routières doivent les traverser.

Autant que possible, on prévoit le moyen de correspondre par signaux télégraphiques simples dans le cas de dérangement des appareils spéciaux plus compliqués. On réduit ainsi le nombre de cas où le block-system doit être suspendu. Cette organisation, jointe à la faible longueur de la plupart des sections, permet de réaliser le block-system absolu et de ne laisser pénétrer deux trains dans la même section que dans des circonstances exceptionnelles et avec des précautions toutes spéciales.

Fort compliqué à première vue, le service des signaleurs se fait en général avec une grande précision, et l'on peut souvent traverser l'Angleterre entière dans un des grands express qui la parcourent incessamment sans rencontrer un seul signal à l'arrêt. La manœuvre des appareils de communication est, en somme, simple en pratique ; si la description en est forcément longue et souvent peu claire, si le nombre des communications prévues est considérable, celles qui sont constamment employées sont en petit nombre pour chaque poste. Il faut ajouter que le système anglais est le produit d'une longue série d'efforts, tous dirigés dans le même sens : successivement on a formé le personnel, on lui a demandé davantage à mesure qu'il devenait plus habile ; enfin les règles générales et toutes les consignes locales ont été établies d'année en année avec la double préoccupation d'augmenter la sécurité et de faciliter les mouvements des trains, en remédiant aux divers inconvénients que la pratique révélait.

BIBLIOGRAPHIE. — Le volume XXXVIII des *Proceedings of the Institution of civil Engineers* renferme un long article de M. R. C. Rapier sur les signaux des chemins de fer anglais, avec le compte rendu d'une discussion à ce sujet. Ce travail, publié en 1874, donne de précieux détails sur le développement des signaux depuis leur origine, sur les règles successivement adoptées, sur les enclenchements, enfin sur les dépenses qu'entraîne la manœuvre des signaux et des communications télégraphiques du block-system. Bien qu'un peu ancien, cet article peut être utilement consulté.

Le vol. LXXXII de la même publication, p. 166, donne une description des signaux du London and North Western Ry.

Le *Portefeuille économique des machines et de l'outillage*, dans son numéro d'octobre 1890, a donné quelques dessins d'appareils de signaux anglais. L'*Engineering* (vol. XXXIX, p. 514, XL, p. 472 et 531) donne quelques descriptions d'appareils.

Les journaux *Engineering* et *The Engineer* ont publié, en 1892, une description détaillée des signaux et appareils d'enclenchements de la gare de Waterloo à Londres.

Le *Traité d'Exploitation des chemins de fer*, par MM. Flamache, Huberti et Stévard, donne des indications générales sur les règles suivies en Angleterre (2e partie, 1er fascicule).

Les rapports du *Board of Trade* sur les accidents de chemins de fer, rapports qui sont publiés par le gouvernement, contiennent souvent des descriptions minutieuses de signaux et de manœuvres, la critique des installations, des indications sur les perfectionnements désirables; mais à moins de bien connaître déjà les règles généralement suivies en Angleterre, il est difficile de suivre complètement ces rapports, d'ailleurs fort volumineux.

Le rapport sur *les Chemins de fer anglais en* 1873, par

M. Malézieux, contient quelques indications historiques sur les signaux.

M. Cossmann a publié, dans la *Lumière électrique*, la description de nombreux appareils de block-system, souvent de provenance anglaise.

Les appareils de block sont également décrits dans un ouvrage de Mr. E. Langdon, *The Application of Electricity to Railway working.*

Block automatique sur le chemin de fer électrique de Liverpool, *Engineering*, 1893, 1er sem., p. 163.

Dans sa description des chemins de fer métropolitains de Londres (*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ing.*, 1891, et tirage séparé), M. Troske donne quelques détails sur les signaux employés.

Sir G. Findlay traite brièvement la question des signaux, dans son livre sur le *Management of an English Railway.*

Un chapitre y est consacré dans le *Safe Railway working*, par Mr. Cl.-E. Stretton.

Le *Bulletin de la Commission Internationale du Congrès des chemins de fer* a publié, en août 1892, un exposé des questions des signaux fixes, par M. Flamache (p. 2218) et des *block* et *interlocking systems*, par M. Ramaeckers (p. 2225) ; ces exposés mentionnent les signaux anglais et l'on y trouve les réponses de diverses compagnies anglaises à un questionnaire (p. 2279).

Les règlements des diverses compagnies anglaises de chemins de fer (*general rules and regulations*) donnent une série d'indications uniformes relatives aux signaux, conformes aux textes arrêtés dans les réunions du *clearing house.*

Le *Railroad Gazette* du 20 janvier 1893 (p. 43) contient un projet de code proposé pour les chemins de fer des États-Unis par M. A. Johnson et calqué sur le règlements anglais.

ANNEXE N° 1.

GREAT WESTERN RAILWAY

Instructions pour signaler les trains sur les lignes à double voie à l'aide de l'appareil à voyants Spagnoletti (*Extrait*).

(Voir *fig*. 4, p. suiv.).

Code des communications par timbre.

NUMÉROS correspondants du règlement	DÉSIGNATION	NOMBRE de coups de timbre	MANIÈRE DE [illegible] — Les points ind[illegible] de timbre, [illegible] les intervalles [illegible]
	× Pour appeler l'attention	1	●
2, 3	Train dans la section	2	●●
3, 19	Train arrivé, ou fin de l'obstruction	3	●● ●
	La section est-elle libre pour train :		
3	de marchandises ordinaire, minéral, de ballast ou pour machine et fourgon	3	●●●
3	de marchandises d'embranchement	3	● ●●
3	express ou train de secours	4	●●●●
3	de voyageurs ordinaire ou matériel vide	4	●●● ●
3	de voyageurs d'embranchement	4	● ●●●
31	× Machine de renfort en queue	4	●● ●●
3	× Approche d'un train rapide	5	●●● ●●
	La section est-elle libre pour train :		
3	de marée ou de viande	5	●●●●●
3	de marchandises direct ou de bétail	5	● ●●●●
3	de marchandises rapide ou minéral direct	5	●●●● ●
3	machine haut-le-pied	5	●● ●●●
9, 19	× Obstruction. Signal de danger	6	●●●●●●
33	Mettez le signal à voie libre : train en attente	7	●●● ●●●●
11, 12	× Arrêtez et examinez le train	7	●●●●●●●
20	× Signal erroné (annule le signal précédent)	8	●●●●●●●●
12, 13	× Train passé sans fanal d'arrière	9	●●●●●●●●● [illegible] ●●●● ●●●●● [illegible]
14	× Train divisé	10	●●●●● ●●●●●
18	× Garez train pour donner passage au suivant	11	● ●●●●● ●●●●●
15	× Véhicules en dérive en sens contraire de la marche normale	12	●● ●●●●● ●●●●●
7, 10	× Section libre, mais station ou bifurcation occupée	13	●●● ●●●●● ●●●●●
16	× Véhicules en dérive dans le sens de la marche normale	14	●●●● ●●●●● ●●●●●
30	× Ouverture du poste	15	●●●●● ●●●●● ●●●●●
24	× Signal d'essai	16	●●●●●●●●●●●●●●●●
30	× Fermeture du poste	17	●●●●●●● ●●●●● ●●●●●
32	× Envoi de l'heure	18	●●●●●●●● ●●●●● ●●●●●

Les avis marqués × doivent être répétés par celui qui les reçoit.

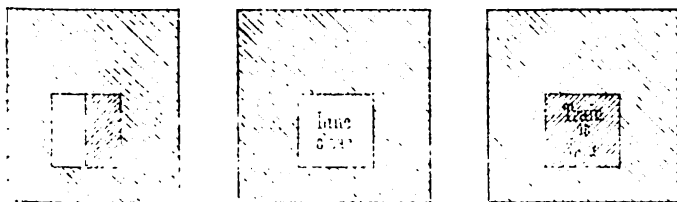


Fig. 4. — Appareil à voyants Spagnoletti.

1. Le signal d'une station ne doit pas être mis à voie libre quand le voyant de l'appareil est mi-rouge et mi-blanc.

2. Le signal « train dans la section » ne doit être donné au poste suivant qu'au moment du départ du train, ou quand un train sans arrêt est en vue.

3. Mode d'opérer : soient A, B, C, D, quatre postes consécutifs. Pour expédier un train vers B, A demande à B si la voie est libre, suivant le code ci-dessus. B, si le train précédent a dépassé le point limite de la section AB, abaisse et fixe la touche blanche (*voie libre*) de l'appareil Spagnoletti. Le train peut alors quitter A; au moment du départ, A envoie à B l'avis *train dans la section*. B détache la touche blanche et fixe la touche rouge de son instrument, jusqu'à ce qu'il ait vu passer la queue du train; il détache alors sa touche rouge et donne à A l'avis « train arrivé » Le voyant de A est alors mi-rouge et mi-blanc jusqu'à nouvel avis de voie libre envoyé par B sur demande de A.

Trains directs. — Si le train ne s'arrête pas en B, B demande à C si la voie est libre dès qu'il reçoit de A l'avis « train dans la section ».

Autant que possible, le signaleur doit avoir vu le fanal d'arrière d'un train avant d'envoyer en amont l'avis de son arrivée. Sinon, dans le cas d'un train arrêté à la station, par exemple. il doit être avisé par le conducteur ou autrement que le train est bien entier.

Voitures déclenchées. — Dans le cas du déclenchement de voitures sans arrêt du train, l'avis d'arrivée ne doit être envoyé qu'après l'arrivée des voitures déclenchées.

Approche d'un train rapide. — Ce signal est employé pour quelques sections courtes, afin de faire préparer les signaux plus tôt que d'après les règles ordinaires.

4. Quand B ne peut donner voie libre sur la demande de A, il répond par l'avis « obstruction », qui sera plus tard suivi de l'avis « section libre ».

5. La position normale des instruments est à section non libre (Voyant mi-blanc et mi-rouge).

6. La position normale de tous les signaux est l'arrêt.

7. L'avis « section libre » ne doit être envoyé au poste d'amont que lorsque la section est bien dégagée jusqu'à son point limite.

Si un train de marchandises est arrivé à la station B, mais n'a pas dégagé le point limite, on peut admettre un second train de marchandises en A dans la section, en donnant à son mécanicien un bulletin de marche prudente.

8. En cas de brouillard, l'avis « section libre » ne doit être donné en amont que lorsque le train a dépassé entièrement la station, ou, pour les postes intermédiaires, est au moins à 270 mètres au delà du signal.

9. Une fois la section libre donnée en amont, on ne doit, dans aucun cas, laisser occuper la section (par des manœuvres notamment). En cas d'accident obstruant la voie, on envoie aussitôt l'avis d'obstruction.

10. *Signaux des bifurcations.* — (*a*). On ne doit pas laisser approcher en même temps deux trains, dont l'un contient des voyageurs, sur les deux sections convergentes ou qui se coupent, sauf dans les cas (*f*) et (*g*).

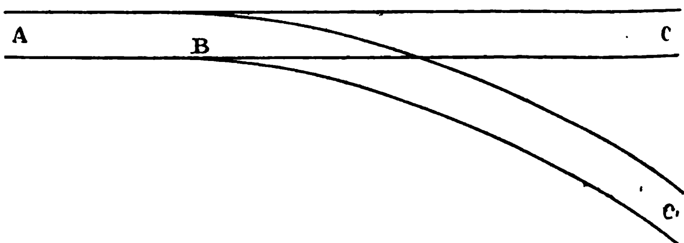


Fig. 5.

(*b*) Si B a « donné section libre » à C, il ne doit pas la donner à C'.

(*c*) Si B a donné « section libre » à C pour un train, il ne doit pas donner voie libre à A pour un train à destination de C, à moins que l'aiguille en pointe de B ne donne la direction C.

(*d*) est la réciproque de (*b*).

(*e*) est la réciproque de (*c*).

(*f*) Deux trains, dont un contient des voyageurs, peuvent approcher à la fois la bifurcation sur les voies convergentes CB et C'B de la manière suivante :

Soit un premier train admis en C, B donnera à C', pour le second train, l'avis « section libre, mais bifurcation bloquée » (13 coups); ce second train sera arrêté en C', où il recevra un bulletin de marche prudente.

(*g*) Article analogue à (*f*) pour le cas où l'une des branches est à voie unique.

(*h*) Vers l'heure du passage d'un train de voyageurs, B ne doit pas donner « voie libre » pour un train de marchandises sur une direction pouvant gêner le train de voyageurs, mais envoyer le signal « section libre, mais bifurcation bloquée ». Le mécanicien du train de marchandises reçoit alors un bulletin de marche prudente.

11. *Arrêtez et examinez le train.* — Ce signal est adressé au poste d'aval par le signaleur qui observe quelque chose d'anormal sur un train de passage (tel qu'incendie, etc., — coupure du train exceptée). Le poste d'aval doit arrêter le train et aussi les trains croiseurs.

12. *Train passé sans fanal d'arrière.* — Avis doit en être expédié aux postes d'amont et d'aval, et on ne doit pas donner « section libre » pour un second train. Un second train arrêté en aval ne recevra pas un bulletin de marche prudente, mais le mécanicien sera verbalement avisé (vient ensuite la description de l'échange d'avis en pareil cas).

13. (Article analogue dans le cas de fanaux défectueux des voitures à déclenchement.)

14. *Train divisé.* — En cas de rupture d'un train, vue par A, avis en est donné à B et même, s'il y a lieu, par B à C. Si la voie est en pente, B devra montrer seulement un signal de ralentissement (drapeau vert).

15. *Véhicules en dérive en sens contraire de la marche normale.* — Avis en est donné au poste vers lequel ils se dirigent; ce poste tâchera ou de dégager la voie, ou de diriger les véhicules vers un garage, etc.

16. *Véhicules en dérive dans le sens de la marche.* — On tâchera de tenir la voie libre ou on prendra telles mesures qu'on pourra (aucune n'est prescrite).

17. *Cas où l'avis « train arrivé » n'est pas reçu en temps normal.* — Si un temps anormal s'écoule sans que A, ayant expédié un train vers B, reçoive de B avis de son arrivée, il doit supposer que ce train est en détresse et non que B a oublié de le signaler. Il doit alors par télégraphe adresser la question suivante : « Savez-vous pourquoi le train que je vous ai annoncé à — h.

— minutes, n'est pas arrivé? » La réponse est expédiée de même. Mais dans tous les cas elle ne dispense pas de l'envoi de l'avis régulier « section libre » quand il y a lieu.

18. *Garez train pour donner passage au suivant.* — (Un des moyens d'éviter les retards des trains principaux. Si B reçoit cet avis de A et ne peut s'y conformer, B le transmet à C).

19. Les signaleurs ne doivent pas s'éloigner hors de la portée du son de leurs timbres. En cas d'urgence ils ne peuvent le faire qu'après avoir donné dans les deux sens le signal « obstruction », et cela jamais quand il y a un train engagé dans l'une des sections.

20. (Relatif à l'annulation d'un avis précédent; par exemple si, après avoir demandé section libre pour un train, on reconnait qu'il ne peut partir.)

21. *Cas où* A *ne peut recevoir aucune réponse de* B. — A doit arrêter le prochain train et prescrire à son mécanicien d'aller doucement et avec prudence jusqu'en B, où il expliquera que A ne reçoit aucune réponse. Ceci fait, on envoie au besoin un agent de B en A pour expliquer les motifs du silence. Jusqu'au rétablissement du block-system, tous les trains sont arrêtés en A. Aucun ne peut continuer s'il ne s'est écoulé 5 minutes depuis le passage du précédent ou même 10 en cas de tunnels.

22. Les trains de secours sont signalés comme trains express et l'on fera usage de l'avis « garez train pour le suivant ». A l'entrée de la section occupée par le train en détresse, le mécanicien du train de secours reçoit un ordre écrit du chef de station.

23. *Cas d'avarie des appareils.* — Si les appareils à voyants manquent, on se servira du télégraphe à aiguille pour envoyer les avis suivants, en les précédant des lettres D. G :

La section est-elle libre?
Section libre;
Section occupée;
Train dans la section;
Train arrivé.

Si les timbres fonctionnent, on continuera d'ailleurs à s'en servir.

En cas d'avarie de tous les appareils, le block-system est suspendu et les trains espacés par intervalle de temps; mais ils doivent tous être arrêtés et le mécanicien ainsi que le conducteur avisés.

24. Le signal d'essai ne doit être employé que lorsque le voyant est mi-blanc, mi-rouge.

25. *Inscriptions au registre.* — Tous les avis reçus sont l'objet d'une inscription au registre spécial (tenu ouvert près du signaleur), avec l'indication de l'heure de la réception.

Aux changements d'agents, l'agent relevé et l'agent remplaçant signent tous deux le registre.

26-27. (Relatifs à l'entretien des appareils, aux avis de leurs avaries.)

28. En cas de service à voie unique, on conserve le block-system en signalant, comme d'habitude, les trains montants et descendants, à moins que le pilote n'accompagne tous les trains.

29 *Train royal.* — Le train royal est signalé comme les autres, mais en outre on télégraphie les lettres H M, qui doivent être renvoyées en réponse.

30. (Cet article est relatif aux postes qui sont supprimés à certains moments et donne la manière d'établir et de couper la communication directe des deux postes qui l'avoisinent.)

31. En cas de renfort en queue, on fait suivre l'avis « train dans la section » de l'avis « machine de renfort en queue », afin d'éviter toute erreur dans le débloquage de la section par le signaleur d'aval.

32. (Envoi de l'heure.)

33. L'avis « mettez le signal à voie libre, train en attente », s'applique au cas des signaux à double transmission. On doit attendre l'arrêt du train devant le signal pour envoyer cet avis.

ANNEXE N° 2.

DISTRICT RAILWAY.

Extrait de l'instruction pour l'emploi de l'appareil d'enclenchement électrique Sykes.

1. Soient ABC trois postes consécutifs et un train allant de B vers C.

2. Le petit sémaphore indicateur, au-dessus du timbre, montre si la section jusqu'à la station suivante est occupée ou libre.

3. Quand un train est prêt à partir de B pour C, le signaleur de B (pourvu qu'il ait précédemment reçu de C le signal de voie

libre au moyen de trois coups de timbre et que le petit sémaphore indicateur soit à voie libre) annonce le train à C au moyen du timbre, suivant le code prescrit.

4. Le signaleur de C (pourvu qu'il ait vu le train précédent, avec son feu d'arrière, sortir de la section BC) appuie sur le plongeur de l'appareil Sykes, ce qui fait apparaître sur l'indicateur de ce plongeur « train accepted », ôte le verrou du signal de départ de B, et fait voir sur le cadran correspondant au levier de manœuvre de ce signal la mention « free » (libre). Le signaleur de C doit aussitôt après cette manœuvre de son plongeur, retourner à B les coups de timbre, et mettre à voie libre ses *home* et *distant signals*.

Le signaleur de B, en recevant de C l'avis que son signal est déverrouillé, doit encore attendre le renvoi des coups de timbre, et alors mettre à voie libre son signal de départ; il le remet à l'arrêt dès que la queue du train l'a dépassé. En manœuvrant le levier pour cette remise à l'arrêt, B agit sur le petit sémaphore indicateur du poste précédent A et lui donne la position de voie libre (qui indique à A que la section AB est libre). En même temps, le signal de départ de B se trouve de nouveau verrouillé et ne peut plus être déverrouillé que par C. (B doit en outre envoyer à A l'avis de voie libre par trois coups de timbre; A doit lui renvoyer cet avis.)

5. En cas d'avarie aux appareils Sykes, le code des signaux par coups de timbre permet d'assurer à lui seul le fonctionnement du block-system. En cas d'avarie aux appareils de communication par timbres, on aura enfin recours au télégraphe à aiguille avec les signaux « Stop and Clear » (arrêt et voie libre).

6. Dans le cas où un signaleur recevrait du poste précédent l'annonce d'un train avant qu'il ait envoyé lui-même le signal de voie libre (trois coups de timbre) et reçu l'accusé de réception de ce signal, il devra aussitôt répondre par le signal d'obstruction (six coups) et maintenir ses signaux à l'arrêt.

7. Le plongeur doit être poussé à fond, sans vivacité.

8. La clef de l'appareil Sykes est conservée, fixée par un plomb, dans le bureau de l'inspecteur de la station (chef de station). Une clef, qui permet de ramener l'indicateur du plongeur à la position en blanc, et de presser une seconde fois sur le plongeur pour déverrouiller le signal de départ du poste précédent, se trouve, plombée, dans chaque poste. Tout emploi de ces clefs donne lieu à un rapport spécial.

9. L'ouverture non autorisée de l'appareil entraîne le renvoi.

10. En cas de confusion de signaux, ou si un temps anormal s'écoule sans que le signal de voie libre soit reçu pour un train engagé dans une section, le signaleur doit aussitôt appeler le chef de service de la station.

11. Les règles du block-system sont absolues; les signaleurs n'ont aucun droit de les suspendre. C'est justement lorsque quelque anomalie se produit dans le fonctionnement du système que les plus grandes précautions et la stricte observation des règlements sont le plus nécessaires.

12. Si le signal d'annonce d'un train est bien renvoyé de C à B, mais que l'indicateur du levier de manœuvre de B ne donne pas la mention « libre », B doit aussitôt envoyer à C le signal « not freed » (non libéré) de douze coups de timbre et appeler l'inspecteur de la station.

13. Grande attention doit être apportée à la réponse à ce signal « not freed ».

Le signaleur de C, en recevant ce signal, doit appeler aussi l'inspecteur de la station, et s'il y a le moindre doute sur l'état de la section, répondre par le signal d'obstruction (six coups) et tourner le commutateur qui met à l'arrêt le petit indicateur sémaphorique en B.

14. Le chef de service appelé en conformité des règles 10, 12 et 13, devra commencer par examiner à fond les circonstances. (Cet article et le commencement ainsi que la fin du suivant, manquent certainement de précision et laissent au chef une grande responsabilité; l'article 20 donne toutefois une utile indication à ce sujet.)

15. Si le chef, en C, certain que la section est libre, juge un nouvel emploi du plongeur de C nécessaire pour déverrouiller le signal de départ de B, il emploie alors la clef spéciale mentionnée article 8, fait disparaître l'indication « train accepted » en C, presse le plongeur et donne aussitôt à B le signal voie libre (trois coups de timbre). B doit répéter ce signal à C; il efface alors (si l'appareil a fonctionné cette fois) son signal de départ, mais le mécanicien du train doit recevoir un avis verbal d'apporter une attention spéciale. Si au moment où le poste C reçoit l'avis « not freed » (non libéré), son indicateur Sykes montrait la mention « train on » (train sur la ligne), le chef de service devrait, avant d'agir, s'assurer que cette indication ne provient pas de la mise à voie libre du signal de départ en B.

16. Si toutefois la nouvelle manœuvre du plongeur de C reste sans effet, mais si le signal de voie libre (trois coups de timbre)

est bien reçu en B, il doit être répété de B à C; le train est alors signalé, d'après les instructions du fonctionnement télégraphique, par « stop and clear » (voir plus loin); le chef de station peut déverrouiller le signal de départ à l'aide de sa clef spéciale; le train doit être conduit alors à vitesse réduite et avec grande précaution. Le levier doit être verrouillé de nouveau immédiatement après la manœuvre du signal, la clef spéciale étant employée de nouveau pour le passage de chaque train, par le chef lui-même. Il peut même désigner un agent pour piloter le train jusqu'à la station suivante.

17. Si à l'annonce d'un train de B à C, l'indicateur du levier du signal en B donne bien la mention « free » (libre), mais que les coups de timbre ne soient pas renvoyés par C, B doit les répéter, jusqu'à ce qu'on reconnaisse que le timbre ne fonctionne pas. L'inspecteur de la station doit être immédiatement appelé, et il organise alors, s'il y a lieu, l'usage des instruments spéciaux pour le système par « stop and clear ».

18. Si la réponse à l'avis « not freed » (non libéré) de douze coups est l'avis d'obstruction (six coups), les règles des n[os] 15 et 16 pour l'admission d'un nouveau train doivent être l'objet d'une attention toute spéciale.

19. Quand un train est piloté par un agent spécial, comme il est dit au n° 14, un second train ne doit pas partir sans l'autorisation formelle de cet agent.

20. Le retard des trains n'a qu'une importance secondaire à côté d'une chance d'accident; il vaut mieux parcourir une section à pied ou conduire un train au pas d'homme plutôt que d'essayer de rectifier une erreur possible ou un malentendu au moyen des instruments télégraphiques.

21. Si C ne peut déverrouiller le levier du signal de B, ou si B ne manœuvre pas ce levier pour le passage d'un train, le petit indicateur sémaphorique en A va rester à l'arrêt, et même le signal de départ d'A peut rester verrouillé; il y aura donc entre B et A un retard anormal qui donnera lieu à l'application des règles spéciales à ce sujet entre A et B.

22. Sauf dans l'exploitation à voie unique, objet de règlements spéciaux, le pilotage prévu article 14 ne doit s'étendre qu'à une seule section de block, et un train ne doit pas être piloté dans une section quand l'avis d'obstruction a été reçu jusqu'à ce qu'il ait été détruit par l'avis de voie libre ou jusqu'à ce que tous les arrangements aient été pris pour la suspension du block-system en cas d'accident ou de service à voie unique.

23. Les commutateurs doivent toujours être rabattus sur les plongeurs avant la manœuvre d'aiguilles de garage ou de jonction intéressant la voie principale, ou quand une protection spéciale est nécessaire, et aussi en dernier lieu, quand un poste est fermé la nuit. Cette manœuvre du commutateur empêche tout mouvement du plongeur et met à l'arrêt le petit indicateur sémaphorique de la station précédente.

24. Si l'indicateur Sykes en B reste à « train accepted », tandis qu'il devrait montrer « train on line », le commutateur doit être manœuvré au bout d'une minute pour mettre à l'arrêt l'indicateur sémaphorique de A; cette manœuvre est répétée à chaque passage de train jusqu'à ce que le défaut disparaisse, ce qui arrive fréquemment après une seule manœuvre du commutateur. Le fait est noté par le signaleur.

25. En cas de service à voie unique, le block-system est entièrement suspendu.

26. Tout défaut des appareils est immédiatement signalé par télégraphe au bureau télégraphique central et noté dans le registre du poste.

Instructions pour l'échange des signaux « stop and clear » par appareils télégraphiques en cas de dérangement des appareils du block-system.

1. Chaque poste est muni de télégraphes à une aiguille communiquant avec chaque station voisine (2 en général, 3 aux bifurcations).

2. Le cadran de ces appareils est peint en rouge à droite, pour signifier *arrêt*, et en blanc à gauche, pour *voie libre*.

3. Le haut de l'aiguille (qui est verticale dans sa position de repos) dévié à droite signifie arrêt.

4. L'aiguille déviée trois fois à gauche indique voie libre.

5. L'emploi de ces signaux est interdit, sauf instructions formelles de l'inspecteur de la station (chef de station) ou de son suppléant, qui doit d'abord s'assurer que les appareils ordinaires du block-system ne peuvent être employés.

6. Le mode d'emploi des appareils est le suivant :

(*a*). Faire osciller l'aiguille lentement et régulièrement jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par le poste correspondant, en donnant d'abord, s'il est possible, le signal d'envoi d'un train avec le timbre.

(*b*). En arrêtant l'aiguille d'un poste, avoir soin de maintenir l'aiguille du côté *arrêt* et non du côté *voie libre*.

(*c*). Quand l'attention du correspondant est éveillée, on donne l'avis du train qu'on veut employer, en télégraphiant les lettres ci-dessous.

(L'appareil est un télégraphe ordinaire à une aiguille, qui donne les lettres d'après les mouvements de l'aiguille.)

Trains montants.		
A	pour train	circulaire.
NW	—	du London and N. Western.
GW	—	du Great Western.
HM	—	pour Hammersmith.
R	—	pour Richmond.
L G	—	pour Ealing.
YI	—	pour Putney.
MG	—	de marchandises du Midland.

Trains descendants.		
A	pour train	circulaire.
NW	—	du L. and N. W. pour Mansion house.
GW	—	du G. W. pour Mansion house.
NX	—	pour New Cross.
WY	—	pour Whitechapel.
ML	—	du District pour Mansion house.
MG	—	de marchandises du Midland.

(*d*). La réponse à ces avis est soit *stop*, soit *clear* (voie libre), six battements de l'aiguille à droite ou trois battements à gauche.

7. L'aiguille doit être toujours libre, car elle sert pour les deux sens de marche entre deux postes.

8. Tout train doit être signalé comme il est dit ci-dessus, 6 (*a*), et ne peut partir qu'après la réponse *clear* (libre) à ce signal.

9. La réponse aux signaux *stop* ou *clear* doit être leur répétition exacte.

10. Si c'est la sonnerie par timbre seule qui fait défaut, on doit continuer à se servir des appareils Sykes, mais avec addition du télégraphe à aiguille.

11. Si, au contraire, les sonneries par timbre sont en état, tandis que quelque autre appareil électrique fait défaut, on emploiera les sonneries et en plus les signaux télégraphiques *stop* et *clear*. On veillera notamment à ce que le signal « voie libre » soit donné par ces appareils, et non seulement par les trois coups de timbre.

12. Il est essentiel, quand on emploie les appareils *stop* et *clear*, que toutes les prescriptions relatives à leur usage soient exactement observées.

13. En cas de service à voie unique, aucun avis télégraphique de la marche des trains ne doit être employé.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES FIGURES.

Figures dans le texte.

Planche VII.

Fig. 1. — Plan des signaux de Nunhead Junction.
Fig. 2. — Plan des signaux de l'Exchange station du Lancashire and Yorkshire Ry, à Liverpool.
Fig. 3. — Signal d'arrêt absolu.
Fig. 4. — Signal de distance.
Fig. 5. — Sémaphore à bras superposés.
Fig. 6. — Sémaphore à bras en rangée horizontale.

Planche VIII.

Fig. 1. — Plan des signaux de la station de Southampton.
Fig. 2. — Signaux fixes fondamentaux.
Fig. 3. — Signaux de bifurcation.

Planche IX.

Signaux du poste A de la gare de Waterloo à Londres.

Planche X.

Fig. 1. — Grand pont de signaux du poste A de la gare de Waterloo.
Fig. 2. — Plan des signaux du poste B de la gare de Waterloo.
Fig. 3. — *Starting signal*, gare de Waterloo.
Fig. 4. — Graphique de la marche des trains sur lignes métropolitaines (*Extrait*).

Planche XI.

Fig. 1. — Pont de signaux du poste B de la gare de Waterloo.
Fig. 2. — Appareils Sykes du District Ry.
Fig. 3. — Station de Westminster Bridge.
Fig. 4. — Station de Cannon street.

TABLE DES MATIÈRES.

BULLETIN

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION MINÉRALE DES ÉTATS-UNIS POUR LES ANNÉES 1880 A 1891.

I. — Métaux.

FONTE		CUIVRE		PLOMB		ZINC	
Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
3 429 927	462 654 647	27.433	59 524 446	88.727	50.673 350	21.078	11.797.098
4 210 562	450 811 950	32 513	63 049 608	106.196	58 224 029	24.308	13 882.400
4 697 296	550 822.702	41 570	83 077.311	120 531	65 395 169	30.625	18 889 492
4.679 038	476 094 836	53 140	93 575.700	130.569	63 831.684	33.443	17.151.529
5.063 431	384 185.212	65.873	92 150 579	128 887	54.581.877	34 959	17 729.622
4.100 247	335.210.232	77 549	94 757 735	117.377	54.231 652	36.904	18.336.454
5 771.262	493.114.037	73.136	85 613 232	123.015	65.618 940	38 675	19.437.473
6 519 822	631.575.644	84.019	109 390 445	145 755	71 918.340	45.658	24.772.314
6 503 574	554.260 000	104.901	175 259.882	163.763	82 491 246	50.704	28 494 429
7.725 300	624.600 000	101.893	130 382.450	165 941	83.593.229	53.386	30 001 648
9 310.946	783.218.124	120 258	159 796.768	146.711	73.904 522	57 760	32 459 988
8.412 348	664.790.762	134.172	199.198.454	183 582	91.216.288	72.866	41.614.566

MERCURE		NICKEL		ALUMINIUM		ÉTAIN	
Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
tonnes	francs	tonnes	francs	kilogr.	francs	tonnes	francs
2.063	9.312.500	150	854 617	»	»	»	»
2 094	9.141.037	121	1 513.777	»	»	»	»
1.815	7.702 877	128	1.604 645	»	»	»	»
1.6 8	6 493 814	27	274.126	38	4.532	»	»
1.098	4 850.174	29	250.774	68	6.993	»	»
1 104	5 072.199	126	932 270	128	13.209	»	»
1 032	5.490.800	98	658 673	1.361	139 860	»	»
1.164	7.402 220	93	689 976	8 000	345.620	»	»
1.144	7.319.987	93	661.134	8 600	336.700	»	»
912	6.166.790	115	785.278	21.500	504 195	»	»
789	6.234.726	101	694.602	28 000	317.135	»	»
788	5.368.479	54	368.293	68 000	518.000	57	129.800

ANNÉES	ANTIMOINE		ARGENT		OR		[illegible]
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	[illegible]
	tonnes	francs	kilogr.	francs	kilogr.	francs	kilogr.
1880	45	51.800	942.952	203.056.000	54 161	186.480.000	[illegible]
1881	45	51.800	1.028.695	222.740 000	52.133	179.746.000	[illegible]
1882	54	62.160	1.125.748	242.424 000	48.895	168.350.000	[illegible]
1883	54	62.160	1.111 316	239.316.000	45.134	155.400 000	[illegible]
1884	54	62.160	1.173.857	252.784.000	46 337	159.544.000	[illegible]
1885	45	51.800	1.241.210	267.288.000	47.843	164.724.000	[illegible]
1886	32	36 260	1.226.749	264.180.000	58.507	181.300.000	[illegible]
1887	68	77.700	1.283.473	276.353.000	49.651	170.940 000	[illegible]
1888	91	103.600	1.423.871	306.630.100	49.913	171.846.500	[illegible]
1889	104	145.040	1.597.136	343 936.398	49.476	170 353.334	[illegible]
1890	117	211.116	1.694.950	365.006.861	49.414	170.137.100	[illegible]
1891	252	243.460	1.814.642	390.657.800	49.917	171.846.500	[illegible]

II. — Matières minérales.

ANNÉES	CHARBON		ASPHALTE		OZOKÉRITE		[illegible]
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	[illegible]
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	[illegible]
1880	64.843.995	495.417.251	403	22.999	»	»	[illegible]
1881	77.906 363	644.129.788	1.814	41.440	»	»	[illegible]
1882	93.694.965	759.556.770	2.721	54.390	»	»	[illegible]
1883	104.513.856	826 183.349	2.721	54 390	»	»	[illegible]
1884	108.616.796	744.721.234	2.721	54.390	»	»	[illegible]
1885	100 654.323	823.721.507	2.721	54.390	»	»	[illegible]
1886	102.274.373	800.828.912	3.174	72.520	»	»	[illegible]
1887	117.906 398	945 644.416	3.628	82.880	»	»	[illegible]
1888	134 855.315	988 763.642	48.797	1.717.170	20	15.540	[illegible]
1889	128.115.344	829.972.353	46 924	888.562	23	12.950	[illegible]
1890	143.136.853	9 5 847 688	37.043	986 355	159	135.975	[illegible]
1891	152.937.172	989.645.309	40.864	1.254.928	23	36.260	[illegible]

ANNÉES	GAZ NATUREL		GRAPHITE		PYRITES		[illegible]
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	[illegible]
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes
1880	»	»	»	257.964	2.032	25.900	[illegible]
1881	»	»	181	155.400	10.160	310.800	[illegible]
1882	»	1.113.700	193	176.120	12.192	372.960	[illegible]
1883	»	2.460.500	261	238.280	25.400	712.250	[illegible]
1884	»	7.562.800	»	»	35 560	906.500	[illegible]
1885	»	25.160.296	149	135 877	49.784	1.142.190	[illegible]
1886	»	51.862.160	188	172.194	55 880	1.139.600	[illegible]
1887	»	81.934.650	189	176.120	52.832	1.087.800	[illegible]
1888	»	117.222.752	181	170 940	55 900	868.468	[illegible]
1889	»	109.282 973	»	376.389	95.204	1.046.976	[illegible]
1890	»	97 087.315	»	401.450	113.625	1.417.999	[illegible]
1891	»	93.240.000	»	569.800	121.229	1.755.398	[illegible]

Années	Minerai de manganèse — Quantité	Minerai de manganèse — Valeur	Oxyde de cobalt — Quantité	Oxyde de cobalt — Valeur	Soufre — Quantité	Soufre — Valeur	Pierre à bâtir — Quantité	Pierre à bâtir — Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
[illegible]	5.853	447.630	3,3	124 320	544	108.780	»	95.084.365
[illegible]	4.973	380 342	3,8	129 500	544	108.780	»	103.600.000
[illegible]	4.605	352.136	5,3	165.998	544	108.780	»	108.780.000
[illegible]	6.253	478.243	0,5	14.478	907	139.860	»	103.600.000
[illegible]	10.343	632.789	0,9	26.418	453	62.160	»	98.420.000
[illegible]	23.640	985.656	31,0	338 632	649	92.592	»	98.420.000
[illegible]	30.676	1.438.154	16,0	191.028	2.267	388.500	»	98.420.000
[illegible]	35.076	1.729.312	8,3	97.249	2.721	518.000	»	129.500.000
[illegible]	29.665	1.448.178	3,9	81.751	»	»	»	132.080 000
[illegible]	21.584	1.246.096	6,3	161.057	1 043	40.663	»	221.754.277
[illegible]	26 095	1.134.679	3,1	84.387	»	»	»	243.460 000
[illegible]	23.791	1.238.688	3,3	93.240	1.088	205.128	»	244.986.784

Années	Marnes — Quantité	Marnes — Valeur	Castine — Quantité	Castine — Valeur	Chaux — Quantité	Chaux — Valeur	Ciment — Quantité	Ciment — Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
[illegible]	907.000	2 590 000	4.572.000	19.684.000	3.606.400	98.420.000	266.995	9.597.022
[illegible]	907.000	2 590.000	6.096.000	21.238.000	3.864.000	103.600 000	322 000	10.360 000
[illegible]	979.560	2.797.200	3.914.600	11.965.800	3.992.800	112.406.000	418.600	19.024 845
[illegible]	881.604	2.517.480	3.875.301	9.878.964	4.121.600	99.456.000	539.672	22 240 330
[illegible]	793 625	2.266.250	3.456 361	8.810.999	4.765.600	95.830.000	515.200	19 269.600
[illegible]	793.625	2.266.250	3.410.667	8.694.516	5.152.000	103.600 000	534.520	18.091.150
[illegible]	725.600	2 072 000	4.792.638	14.660.938	5.474.000	110 075.000	579.600	20.668.200
[illegible]	544.200	1.554.009	5.463.032	16.714 716	6.021.400	121.082.500	862.025	29.393 273
[illegible]	272.100	777.000	5.525.008	14.084.420	6.322.406	127 135 330	837 624	26.009.500
[illegible]	126.546	331 292	6.419.088	16.363.620	8.819.537	172.064 138	901 600	25.900.000
[illegible]	130.333	361.978	5.609.968	14.301.000	7.728.000	181.300.000	1.030.400	31.080.000
[illegible]	122.445	349.650	5.080.000	11.914.000	7.728 000	181.300.000	1.059.096	34 607 326

Années	Phosphate — Quantité	Phosphate — Valeur	Gypse — Quantité	Gypse — Valeur	Borax — Quantité	Borax — Valeur	Baryte — Quantité	Baryte — Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
[illegible]	214.759	5.821 403	81.630	2.072 000	1.675	1.436.067	20.320	414.400
[illegible]	271.002	10.257 742	77 095	1.813.000	1.835	1.577 108	20.320	414.400
[illegible]	337.390	10.320 953	90.700	2.331.000	1.922	1.755.518	20.320	414 400
[illegible]	384.434	11.760.050	81.630	2.175.600	2.918	3.030.300	27.432	559.440
[illegible]	438 687	12.301.381	81.630	2.020.200	3.175	2.538.300	25 400	518.000
[illegible]	444.862	14.742 612	81.997	2.097.900	3.629	2.486.400	15.240	388.500
[illegible]	437.438	9.701.808	86.392	2 220.277	4.435	2.532.580	10 160	259.000
[illegible]	488 247	9.514.717	86 165	2.201.500	4 990	2.849.000	15.240	388.500
[illegible]	455.744	10.456.099	99 770	2 849 000	3.442	2.358.661	20.320	569.800
[illegible]	559 049	15.217 680	242.866	3.958.131	3.629	2.590.000	19.468	550.701
[illegible]	518.667	16.647.458	165.976	2.976 029	4.309	3.198.650	22.262	448.096
[illegible]	597.396	18.912.957	188.770	3.253.304	6.069	4.505.046	31.566	613.120

ANNÉES	BLANC DE ZINC		SEL		EAUX MINÉRALES	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	[illegible]
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	
1880	9.167	3.956.163	767 785	25.017.152	7.570	[illegible]
1881	9 070	3.626.000	798 560	21.756.000	14.005	[illegible]
1882	9.070	3.626 000	825 914	22.378 3 5	18.925	[illegible]
1883	10.881	4.351.200	797.559	21.813 198	28.499	[illegible]
1884	11 791	4.713 800	839.124	21 744.262	38.665	[illegible]
1885	13.605	5.439 000	906 579	24.095.287	34.6[illegible]	[illegible]
1886	16 326	7.159 200	992.672	24.535.510	33 87[illegible]	[illegible]
1887	16.326	7.459.200	1.008 757	21.206.122	31 263	[illegible]
1888	18.140	8 228.000	1.037 597	22.658.372	36.255	[illegible]
1889	15.392	7 032 368	1.031.117	21 732.234	48 374	[illegible]
1890	»	8 288.000	1.130.476	24.616.811	52 640	[illegible]
1891	»	8 288.000	1.286.447	24.429.507	69.616	[illegible]

III. — Résumé général.

ANNÉES	VALEUR TOTALE DES MÉTAUX	VALEUR TOTALE DES MATIÈRES MINÉRALES ci-dessus dénommées	VALEUR ESTIMATIVE DES MATIÈRES MINÉRALES non dénommées	TOTAL [illegible]
	francs	francs	francs	[illegible]
1880	981 106.500	888.500 608	40.165.312	[illegible]
1881	999.182.6 73	1.061.692 016	43 114.590	[illegible]
1882	1.138.331 164	1.186 765.713	45.246.265	[illegible]
1883	1.052.207 489	1.251.367 761	45 249 508	[illegible]
1884	961.017.722	1 136 825.748	38 410 094	[illegible]
1885	910 618 520	1.239,907.391	36.589 251	[illegible]
1886	1.115.589.793	1.259 085 365	36 637 085	[illegible]
1887	1.296.424.780	1 477 655.880	37 060.657	[illegible]
1888	1.327.113.988	1.559 335 679	37.353.292	[illegible]
1889	1 396.478 722	1.579 404 973	65 971.134	[illegible]
1890	1.591,901.192	1.740.716 671	68.504 473	[illegible]
1891	1.565.954.992	1.805.565 145	91.436.965	[illegible]

(*Extrait du tableau intitulé :* Mineral products of the [illegible] States, Calendar Years 1880 to 1891, *par* M. Day [illegible]

ANNALES

DES MINES

Les ANNALES DES MINES sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une commission spéciale, nommée par le Ministre des travaux publics. Cette commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le chef du cabinet, du personnel et du secrétariat, est composée ainsi qu'il suit :

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des ANNALES DES MINES pour être envoyés soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les ANNALES DES MINES doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la commission des ANNALES DES MINES.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé 10 francs par planche et par cent exemplaires ou fraction de centaine. Les planches extraordinaires sont payées au prix de revient.

Le brochage, y compris couverture imprimée et faux-frais, est payé, pour une feuille seule ou une fraction de feuille, 3 francs le premier cent et 1f,25 pour chaque centaine ou fraction de centaine en plus. Pour chaque planche, ou chaque nouvelle feuille de texte, il sera payé 0f,25 par chaque centaine d'exemplaires.

La publication des ANNALES DES MINES a lieu par livraisons, qui paraissent tous les mois.

Les douze livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 120 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'étranger.

PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES

DES MINES

PARTIE ADMINISTRATIVE

OU

RECUEIL

DE LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS ET AUTRES ACTES

CONCERNANT

LES MINES, LES CARRIÈRES, LES SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
LES APPAREILS A VAPEUR
ET L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER;

PUBLIÉE

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS

NEUVIEME SÉRIE

TOME II

PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

ANNALES

DES MINES

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 4 janvier 1893, portant institution de la concession des mines d'antimoine d'ESPEZOLLE (Cantal) (*).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la pétition, en date du 17 juillet 1890, complétée le 18 août suivant, par laquelle le sr Carez (Léon-Louis-Hippolyte) sollicite une extension de la concession des mines d'antimoine sulfuré de Luzer, sur le territoire des communes de Saint-Mary-le-Plain, Ferrières-Saint-Mary et Rezentières, arrondissement de Saint-Flour, département du Cantal;

Les plan, en triple expédition, et extraits de rôles des contributions, produits à l'appui de ladite pétition;

(*) Ce décret et le cahier des charges qui le suit, conformes aux modèles annexés à la circulaire du 9 octobre 1882 (Volume de 1882, p. 273), sont reproduits *in extenso* afin de permettre, pour les autres documents semblables insérés par extrait dans le cours de l'année, de retrouver les types actuellement adoptés, sans se reporter au volume de 1882.

L'avis au public du 22 octobre 1890;

Les numéros des journaux l'*Avenir du Cantal* des 19 novembre et 19 décembre 1890, la *Haute-Auvergne* des 13 décembre 1890 et 17 janvier 1891, et du *Journal officiel* des 22 novembre et 22 décembre 1890, dans lesquels ledit avis a été inséré; ensemble les certificats d'affiche et de publications;

L'opposition et demande en concurrence du s[r] Baldram, en date des 7 et 14 janvier 1891, et du s[r] Echalier des 5-11 février 1891; ensemble les pièces jointes;

Les réclamations des s[rs] Brugeiroux et Châtillon, du 5 janvier 1891; du s[r] Buchon, du 3 février 1891; du s[r] Nicolas Simon, du 9 février 1891;

Les rapport et avis des ingénieurs des mines, des 13-20 février 1892, et les projets d'actes y annexés;

L'avis du préfet du Cantal du 2 mars 1892;

L'avis du conseil général des mines du 22 juillet 1892;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 (*);

Le décret du 18 novembre 1810;

Le décret du 6 mai 1811, modifié par celui du 11 février 1874 (*);

Le décret du 3 janvier 1813;

La loi du 27 avril 1838 (*) et l'ordonnance du 23 mai 1841 (*);

L'ordonnance du 18 avril 1842 (*);

L'ordonnance du 26 mars 1843 (*), modifiée par le décret du 25 septembre 1882 (*);

Le décret du 23 octobre 1852 (*);

Vu l'ordonnance du 29 juin 1839 (**) et le décret du 25 juillet 1892 (***), portant respectivement institution et extension de la concession des mines d'antimoine, plomb, argent et autres mé-

---

(*) Loi du 27 juillet 1880 : volume de 1880, p. 239.
Décret du 11 février 1874 : volume de 1874, p. 17
Loi du 27 avril 1838 : *Annales des mines*, 2[e] vol. de 1838, p. 557.
Ordonnance du 23 mai 1841 : *Annales des mines*, 1[er] vol. de 1841, p. 757.
Ordonnance du 18 avril 1842 : *Annales des mines*, 1[er] vol. de 1842, p. 812.
Ordonnance du 26 mars 1843 : *Annales des mines*, 1[er] vol. de 1843, p. 900.
Décret du 25 septembre 1882 : Volume de 1882, p. 257.
Décret du 23 octobre 1852 : volume de 1852, p. 213.

(**) *Annales des mines*, 1[er] vol. de 1839, p. 747.

(***) Volume de 1892, p. 269.

taux connexes de Chazelles, et le décret du 25 août 1861 (*), portant institution de la concession des mines d'antimoine sulfuré de Luzer;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Il est fait concession au sieur Carez (Léon-Louis-Hippolyte), demeurant à Paris, 36, avenue Hoche, des mines d'antimoine comprises dans les limites ci-après définies, commune de Saint-Mary-le-Plain, arrondissement de Saint-Flour, département du Cantal.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Espezolle*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par la portion LM d'une ligne droite KM menée du point K, angle nord de la maison Nicolas à Anval au point M, intersection des bords intérieurs de deux chemins situés au nord et à environ 1 kilomètre de distance du hameau de Cumingé; cette portion LM de ladite ligne étant prise à partir de son point de rencontre L avec la rive droite de la rivière d'Arcueil ;

A l'*est*, par une ligne droite menée dudit point M au point N, intersection du bord oriental du chemin de Cumingé à Nozerolle avec le bord septentrional du chemin de Cumingé à la route de Saint-Flour ;

Au *sud-est*, par une ligne droite NP menée dudit point N au point O, angle nord de la maison la plus au nord-ouest du village d'Espezolle, ladite ligne étant prolongée et prise jusqu'à son point de rencontre P avec la rive droite de la rivière d'Arcueil.

A l'*ouest*, par la rive droite de la rivière d'Arcueil, à partir du point P jusqu'au point L de départ, précédemment défini.

Lesdites limites embrassant une étendue superficielle de un kilomètre carré quatre-vingt-un hectares (1kmq,81h).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger à l'antimoine qui peuvent exister dans l'étendue de la concession d'Espezolle.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit au concessionnaire des mines d'Espezolle, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface

(*) Volume de 1861, p. 340.

par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiés par la loi du 27 juillet 1880 sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de 10 centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — Le concessionnaire payera, dans un délai de six mois à dater de la notification du présent décret, en exécution de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810, aux personnes ci-après désignées, à titre de prime d'invention pour la part que ces personnes ont prise à la découverte des gîtes concédés, les sommes suivantes, savoir :

1° Une somme de 100 francs au s[r] Buchon (Claude), propriétaire, demeurant à Espezolle, commune de Saint-Mary-le-Plain;

2° Une somme de 250 francs au s[r] Nicolas Simon, propriétaire à Anval, commune de Saint-Mary-le-Plain.

Art. 6. — Le concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 7. — Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, il s'adressera, par voie de pétition, au préfet six mois au moins avant l'époque à laquelle il aurait l'intention d'abandonner les travaux de ses mines, et il joindra à ladite pétition :

1° Le plan et l'état descriptif des exploitations;

2° Un certificat du conservateur des hypothèques constatant qu'il n'existe point d'inscriptions hypothécaires sur la concession, ou, dans le cas contraire, un état de celles qui pourraient avoir été prises, en y joignant la main-levée de ces inscriptions, au moins pour la portion du gîte à laquelle il entend renoncer.

Lorsque ces pièces auront été fournies, la pétition sera publiée et affichée pendant deux mois dans les lieux et suivant les formes déterminés par les articles 23 et 24 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, pour les demandes en concession de mines.

Les oppositions, s'il s'en présente, seront reçues et notifiées dans les formes déterminées par l'article 26 de la même loi.

La renonciation ne sera valable que lorsqu'elle aura été acceptée, s'il y a lieu, par un décret délibéré en Conseil d'État.

Art. 8. — Le présent décret sera publié et affiché, au frais du concessionnaire, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 9. — Le ministre des travaux publics et le ministre des

finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 4 janvier 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République,

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES D'ANTIMOINE D'ESPEZOLLE.

Art. 1er. — Dans le délai d'un an, à dater de la notification du décret de concession, il sera planté des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, où cela sera reconnu nécessaire.

L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des mines, qui en dressera procès-verbal. Expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture du département du Cantal et à celles de la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 2. — Dans un délai de six mois à dater de la notification du décret de concession, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des mines et des travaux déjà exécutés, ces plans étant dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre, orientés au nord vrai et divisés en carreaux de 10 en 10 millimètres. Il y joindra un mémoire indiquant, avec détails, le mode d'exploitation qu'il se propose de suivre.

L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur ces plans et coupes.

Les cotes de niveau des points principaux, tels que les orifices des puits ou galeries, les points de jonction des galeries avec des puits et des galeries entre elles, par rapport à un plan horizontal fixe et déterminé, seront inscrites en mètres et centimètres sur les plans.

Le concessionnaire y joindra, sur papier transparent, un plan de la surface s'appliquant sur le plan des travaux et figurant la position des maisons ou lieux d'habitation, édifices, voies de communication, eaux minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, canaux, cours d'eau, etc.

Art. 3. — Le préfet renverra ces pièces à l'examen des ingénieurs des mines.

S'il est reconnu que les travaux projetés peuvent occasionner quelques-uns des abus ou dangers prévus, tant dans le titre V de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, que dans les titres II et III du décret du

3 janvier 1813, le préfet notifiera au concessionnaire son opposition à l'exécution totale ou partielle desdits travaux.

Si le préfet n'a pas fait d'opposition dans le délai de deux mois à partir du jour du dépôt des pièces à la préfecture, il sera passé outre par le concessionnaire à l'exécution des travaux.

Art. 4. — Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation ou établir de nouveaux puits ou galeries partant du jour, ou changer le mode d'exploitation précédemment adopté, il devra adresser au préfet un plan général de la concession, un plan des travaux, un mémoire explicatif et le plan de surface correspondant, le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 2 ci-dessus. Il sera donné suite à ce projet ainsi qu'il est dit à l'article 3.

Art. 5. — Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre au-dessous ou dans le voisinage immédiat des édifices, maisons ou lieux d'habitation, autres exploitations, voies de communication, sources minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, sous des canaux et cours d'eau, ou à une distance horizontale moindre de 10 mètres de leurs bords, le projet des travaux devra être préalablement soumis au préfet.

Il y sera donné suite, ainsi qu'il est dit à l'article 3, après que les intéressés auront été entendus et sans préjudice de l'application ultérieure, s'il y a lieu, de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880.

Art. 6. — Dans le voisinage des chemins de fer, il est interdit au concessionnaire d'exploiter, à toute profondeur, sous une zone de terrains limitée à la surface par deux lignes menées parallèlement aux limites du chemin de fer et de ses dépendances et à 25 mètres de distance de ces limites, s'il n'en a obtenu l'autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, la compagnie du chemin de fer et le service du contrôle entendus.

Art. 7. — Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre, de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents, et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par l'ingénieur des mines.

Le concessionnaire y joindra, sur papier transparent, une copie du plan de surface, prescrit par les articles 2 et 4, renfermant, avec les modifications qui auraient pu se produire, les indications mentionnées à l'article 2.

Art. 8. — Quand le concessionnaire voudra abandonner une portion des travaux souterrains, il sera tenu d'en faire la déclaration à la préfecture et de joindre à cette déclaration un plan des travaux ainsi qu'un plan correspondant de la surface.

Il sera ensuite procédé comme il est dit aux articles 8, 9 et 10 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 9. — Les ouvertures au jour des puits ou galeries qui deviendront inutiles seront comblées ou bouchées par le concessionnaire suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines, et à

la diligence du maire de la commune sur le territoire de laquelle les ouvertures seront situées.

En cas d'inexécution, il sera procédé comme il est dit à l'article 10 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 10. — Le concessionnaire tiendra constamment en ordre et à jour sur chaque mine :

1° Les plans et coupes des travaux souterrains, dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il serait utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la qualité des minerais, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine, etc.;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs;

4° Un registre d'extraction et de vente.

Le concessionnaire communiquera ces plans et registres aux ingénieurs des mines toutes les fois qu'ils lui en feront la demande.

Le concessionnaire transmettra au préfet, dans la forme et aux époques qui lui seront indiquées, l'état des ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente et la déclaration détaillée du produit net imposable de l'exploitation.

Art. 11. — Si les gîtes à exploiter dans la concession d'Espezolle se prolongent hors de cette concession, le préfet pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu, qu'un massif soit réservé intact sur chaque gîte, près de la limite de la concession, pour éviter que les exploitations soient mises en communication avec celles qui auraient lieu dans une concession voisine, d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre mine. L'épaisseur de ces massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet qui en ordonnera la réserve.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité de ces massifs aurait cessé, un arrêté du préfet autorisera le concessionnaire à exploiter la partie qui lui appartiendra.

Art. 12. — Dans le cas où il serait reconnu nécessaire d'exécuter des travaux ayant pour but soit de mettre en communication les mines des deux concessions pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours destinées au service des mines de la concession voisine, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de son intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines du département, conformément à l'article 14 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 13. — Si des gîtes de minerais étrangers à l'antimoine, compris dans l'étendue de la concession d'Espezolle, sont exploités légalement par les propriétaires du sol ou deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, le concessionnaire des mines d'Espezolle sera tenu de souffrir les travaux que l'Administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais, et même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Le Ministre des travaux publics,
VIETTE.

Décret du Président de la République, du 5 *janvier* 1893, *portant rejet de la demande du s*r IPCHER (Louis) *en concession de mines de plomb sulfuré et autres minerais connexes, dans les communes de* TIVIERS, MONTCHAMP *et* MENTIÈRES (Cantal).

Décret du Président de la République, du 11 *janvier* 1893, *nommant M.* VIETTE *Ministre des travaux publics* (*).

(*) M. Viette était démissionnaire.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. — COMBUSTIBLES MINÉRAUX.

A M. , *Ingénieur en chef des mines à* .

Paris, le 7 janvier 1893.

Monsieur l'Ingénieur en chef, aux termes d'une circulaire en date du 14 mai 1890 (*), vous aviez, jusqu'ici, à fournir, chaque trimestre, à l'administration des renseignements sur les variations des prix de vente, de la production et des stocks dans les principaux bassins houillers. Ces renseignements pourront, désormais, être produits seulement tous les six mois, en même temps que ceux qui concernent la production semestrielle des mines de combustibles et des usines à fer.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Conseiller d'État,

Directeur des routes, de la navigation et des mines,

F. GUILLAIN.

(*) Volume de 1890, p. 227.

JURISPRUDENCE.

Carrières. — Exploitation sous des chemins communaux. — Prescription de l'action civile (Affaire Commune de Saint-Léger-des-Vignes contre Bertillot et consorts).

I. — *Jugement rendu, le* 19 *novembre* 1888, *par le tribunal civil de Nevers.*

(EXTRAIT.)

Sur la fin de non-recevoir opposée par les défendeurs et tirée d'un prétendu droit d'extraction concédé à la date du 26 juillet 1846 à un s^r Michel dont ils sont les successeurs à titre particulier :

Considérant qu'à la vérité, à la date ci-dessus indiquée, la Commune de Saint-Léger-des-Vignes, a, par acte notarié, vendu au s^r Michel ci-dessus dénommé certains immeubles formant le quatorzième lot de l'enchère avec le droit d'extraire du plâtre sur la portion du chemin vicinal qui se trouve en face dudit terrain et qui était resté la propriété de la Commune;

Que ce droit d'extraction constitue un véritable droit de servitude établi sur un héritage au profit d'un autre héritage;

Mais qu'il s'agit de savoir si cette servitude a pu être valablement établie;

Considérant à cet égard qu'aux termes de l'article 28 de l'ordonnance du 7 mai 1840, sur l'exploitation des carrières de gypse dans le département de la Nièvre l'exploitation, par quelque mode qu'elle soit opérée, ne peut être poursuivie qu'à la distance de 10 mètres des chemins de voiture;

Que la prohibition résultant de l'ordonnance précitée ayant pour but la sécurité des personnes est une probition d'ordre public, et que de plus l'infraction des dispositions qu'elle concerne constitue un délit puni des peines correctionnelles;

Qu'il est donc certain que la servitude dont excipent les

défendeurs a été établie en violation d'une prohibition à un règlement d'ordre public valablement intervenu et ayant force de loi;

Qu'aux termes de l'article 6 du Code civil, on ne peut déroger par des conventions particulières aux lois qui intéressent l'ordre public;

Qu'aux termes de l'article 686 du même Code, il est interdit de constituer des servitudes lorsqu'elles sont contraires à l'ordre public.

En droit :

Considérant qu'un contrat est nul et non pas simplement annulable lorsqu'il est fait en violation de la loi;

Qu'un contrat nul n'a jamais eu d'existence; qu'il n'est qu'un simple fait destitué de tout effet civil; qu'on ne peut jamais l'invoquer valablement; qu'il n'est pas susceptible d'être ratifié; que les règles de la prescription ne lui sont pas applicables et qu'à quelque époque qu'on l'oppose on peut toujours en demander la nullité;

Que dès lors les défendeurs n'ont pas qualité pour exciper, dans l'espèce, de la servitude qu'ils revendiquent.

Au fond :

Considérant, ainsi qu'il est dit ci-dessus, que les extractions de plâtre qui ont pu être opérées sur les chemins vicinaux ou simplement ruraux de la Commune de Saint-Léger-des-Vignes constituent de véritables délits et que l'action qui a été intentée à leur occasion et dont le tribunal est actuellement saisi est l'action civile dont il est question dans les articles 2 et 3 du Code d'instruction criminelle;

Que par voie de conséquence il y a lieu d'appliquer à l'espèce les dispositions de l'article 638 du même Code, qui décide que la durée de la prescription en ce qui touche les actions publiques ou civiles résultant d'un délit est fixée à trois années;

Que, ces points de droit étant établis, il y a lieu de rechercher si l'articulat présenté par la Commune de Saint-Léger-des-Vignes présente les caractères de pertinence nécessaire pour être admis en preuve;

Considérant à cet égard, que l'articulat dont il s'agit vise bien des faits d'extraction personnels aux défendeurs, mais reconnaît, en même temps, qu'ils ont cessé depuis 1883;

Que, par conséquent, plus de trois années se sont écoulées avant la demande de la Commune qui n'a été formée qu'à la date des 1er et 5 mai de la présente année et que, par suite, les

faits articulés fussent-ils établis, l'action civile intentée par la Commune se trouve actuellement prescrite.

Par ces motifs, sans s'arrêter ni avoir égard à la fin de non-recevoir tirée de l'existence d'une prétendue servitude non plus qu'à l'articulat de la Commune qui n'est pas pertinent:

Déclare l'action de la Commune prescrite et condamne ladite Commune en tous les dépens.

II. — *Arrêt rendu, le 4 mai* 1889, *par la Cour d'appel de Bourges.*

(EXTRAIT.)

Considérant que, le 24 avril 1858, MM. Bertillot et Cie se sont rendus adjudicataires d'une concession de carrière de gypse dans la forêt domaniale des Minimes, qui a été renouvelée et étendue suivant décisions des 5 octobre 1864, 22 juin 1868, 18 janvier 1873, 24 novembre 1881 et 30 janvier 1883;

Que ces concessions ont pris fin aux termes de l'arrêté préfectoral du 30 janvier 1883, le 5 octobre 1883;

Considérant qu'à la date du 4 avril 1887 la Commune de Saint-Léger-des-Vignes, se prétendant lésée par les exploitations des consorts Bertillot, a obtenu du conseil de préfecture de la Nièvre l'autorisation de plaider et a assigné les consorts Bertillot les 1er et 5 mai 1888 pour les faire condamner à lui payer :

1° 32.000 francs pour la valeur du gypse extrait par eux sous les chemins de la Commune avec intérêt de droit;

2° 50.000 francs de dommages-intérêts pour le préjudice causé à la Commune tant par le fait des extractions que par les affaissements du sol qu'elles ont produits et les réparations qu'elle a dû faire et qu'elle devra faire pour la réparation de ses chemins, concluant de ce chef à une expertise;

Considérant que devant la Cour, les consorts Bertillot pour repousser la demande de la Commune invoquent la prescription tirée de la combinaison des articles 2 et 3, et 638 du Code d'instruction criminelle;

Considérant que les extractions de plâtre qui ont pu être opérées sous les chemins vicinaux ou ruraux de la Commune de Saint-Léger-des-Vignes, constituent de véritables délits contraventionnels, qui devaient être poursuivis et punis conformément aux articles 95 et 96 de la loi du 21 avril 1810; que par conséquent il y a lieu d'appliquer à l'espèce les dispositions de l'article 638

du Code d'instruction criminelle, qui fixe à trois ans la prescription de l'action civile résultant d'un délit;

Considérant, sur le deuxième chef de la demande relative aux éboulements et affaissements des chemins, que ces éboulements et affaissements ont été le résultat de l'exploitation des mines de gypse concédées (*); que la Commune dans son articulat ne dit pas à quelle époque ils se sont produits alléguant vaguement et sans précision que ce serait depuis 1868 jusqu'à ces derniers temps;

Que le fait ainsi articulé manque de précision et n'est pas admissible, les autres faits se rapportant à des faits d'extraction qui ont cessé en 1883 et sont prescrits;

Qu'au surplus cette allégation ne saurait détruire le fait reconnu par la Commune que l'exploitation du gypse a cessé depuis le 5 octobre 1883 et que ces affaissements et éboulements étant le résultat de l'exploitation, sont soumis à la prescription édictée par l'article 638 du Code d'instruction criminelle.

Par ces motifs, et ceux des premiers juges qui ne sont pas contraires au présent arrêt :

Déclare ni pertinent ni admissible l'articulat présenté;

Dit qu'il n'y a lieu à l'expertise;

Confirme le jugement entrepris, et condamne la Commune à l'amende et en tous les dépens.

III. — *Arrêt rendu, le 11 juillet 1892, par la Cour de cassation* (Chambre civile).

Sur le moyen unique du pourvoi :

Vu les articles 2262-1382-537 du Code civil et 638 du Code d'instruction criminelle;

Attendu que les prescriptions édités par le Code d'instruction criminelle ne s'appliquent aux actions civiles que tout autant que ces actions ont exclusivement pour base un crime, un délit ou une contravention, mais qu'il en est autrement s'il s'agit d'une action qui, en dehors d'un fait délictueux, a son principe dans un contrat antérieur à ce fait, ou dans une disposition du droit civil;

Attendu que l'action de la Commune de Saint-Léger-des-Vignes, contre Bertillot et consorts avait pour objet la réparation des

(*) Il s'agit, dans l'espèce, non de mines, mais de gîtes rentrant dans la catégorie des carrières.

dommages et dépréciations à sa propriété immobilière, par suite des fouilles, des travaux souterrains et des extractions de gypse, exécutés par les défendeurs ou leurs auteurs sous le sol du chemin vicinal n° 3 et du chemin rural dit « Chemin de fond Judas », entreprises à la suite desquelles ladite propriété aurait perdu de sa valeur, et lesdits chemins auraient été détériorés et en partie effondrés;

Attendu qu'une telle action avait sa base dans les dispositions du droit civil, étant fondée sur l'atteinte portée à la propriété immobilière de la demanderesse dont la réclamation s'appuyait sur les textes du Code civil ci-dessus visés; — qu'il suit de là que, fût-il établi que les faits articulés dans la demande pouvaient présenter les caractères des contraventions prévues et punies par les lois et décrets relatifs à la police générale des minières (*) et par l'ordonnance du 5 août 1840, spéciale à l'exploitation des bancs de gypse dans le département de la Nièvre, l'action exercée par la Commune de Saint-Léger, au seul titre de propriétaire, n'en serait pas moins une action exclusivement née du droit civil, basée sur ce droit et indépendante de toutes dispositions des lois pénales;

Attendu que les défendeurs se sont vainement prévalus de ce que lesdits chemins feraient partie du domaine communal public; qu'il n'importe pas en effet, qu'il s'agisse de chemins vicinaux ou ruraux, la Commune demanderesse n'en ayant pas moins sur ces chemins tous les droits attachés à la propriété foncière et par suite, le droit de revendiquer la propriété d'immeubles dépendants de son domaine communal public, et de poursuivre la réparation des dégâts et dommages causés à ces immeubles par le fait des tiers;

Attendu, dès lors, qu'en repoussant l'action de ladite Commune contre Bertillot et consorts sous le prétexte qu'elle était éteinte par la prescription édictée par l'article 638 du Code d'instruction criminelle, l'arrêt attaqué a faussement appliqué cet article et violé les autres textes de loi ci-dessus visés;

Par ces motifs, casse et annule l'arrêt rendu, entre les parties, par la Cour d'appel de Bourges, le 4 décembre 1889.

(*) *Il aurait fallu :* police générale des mines et carrières.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

DÉCORATIONS.

Décret du 2 janvier 1893. — M. **Aguillon**, Ingénieur en Chef des mines de 1re classe, est promu au grade d'Officier de l'Ordre national de la Légion d'honneur (sur la proposition du ministre de la guerre).

Décret du 5 janvier. — M. **Wickersheimer**, Ingénieur en Chef des mines de 2e classe, est nommé Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'honneur.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 18 janvier 1893. — M. **Olry**, Ingénieur en Chef des mines à Paris, cessera d'être chargé du contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Midi à dater du 1er février 1893.

Il n'est rien changé d'ailleurs à ses autres attributions.

Décision du 26 janvier. — M. **Béral**, Inspecteur général des mines, admis a faire valoir ses droits à la retraite par décret du 18 juillet 1892, cesse de faire partie de la commission spéciale de la carte géologique détaillée de la France.

M. **Béral** ne sera pas remplacé dans la commission, qui se trouvera ainsi composée de quatorze membres, dont neuf appartenant à l'administration des travaux publics et cinq appartenant à l'Institut ou à l'enseignement supérieur de la géologie.

Arrêté du 28 janvier. — M. **Le Verrier**, Ingénieur en Chef des mines de 2e classe, est nommé professeur-adjoint interimaire du cours préparatoire de physique à l'École nationale supérieure des mines.

Cette disposition aura son effet à dater du 1er février 1893.

M. **Le Verrier** demeure d'ailleurs, dans la situation de service détaché, en sa qualité de professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

II. — Contrôleurs des mines.

CONGÉ.

14 *janvier* 1893. — M. **Benoit** (Félix), Contrôleur de 3e cl
détaché au service des travaux publics de la Nouvelle-Caléd
et remis à la disposition de l'administration des travaux pul
par M. le sous-secrétaire d'État des colonies, est mis en c
sans traitement, en attendant qu'il soit possible de le repl
dans la métropole.

DÉCISIONS DIVERSES.

19 *janvier* 1893. — M. **Varin** (Ernest), Contrôleur de 2e cl
attaché, dans le département de la Creuse, aux services du
arrondissement minéralogique de Bourges et du contrôl
l'exploitation technique des chemins de fer d'Orléans, passe
le département de l'Allier, à la résidence de Montluçon,
services du sous-arrondissement minéralogique de Mouli
du contrôle de l'exploitation technique des chemins d
d'Orléans.

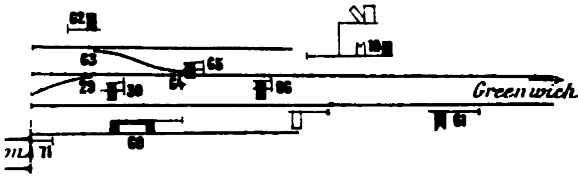
19 *janvier*. — M. **Pommier** (Paul), Contrôleur de 4e classe
ché, dans le département de l'Allier, aux services du sous-
dissement minéralogique de Moulins et du contrôle de l'e
tation technique des chemins de fer d'Orléans, passe d
département de la Creuse, à la résidence de Guéret, au
vices du sous-arrondissement minéralogique de Bour
du contrôle de l'exploitation technique des chemins
d'Orléans.

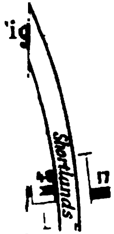
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINE

Arrêté du 14 *janvier* 1893. — Un professeur-adjoint
maire sera attaché à l'enseignement du cours préparato
physique (*) pendant l'absence de M. **Potier**, professeu
laire du cours.

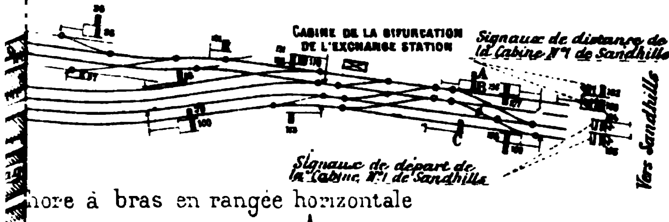
(*) Voir *suprà*, p. 19, la décision du 28 janvier 1893.

Le Gérant : Ve Dunod.— Imprimerie C. Marpon et E. Flammarion, 26, rue

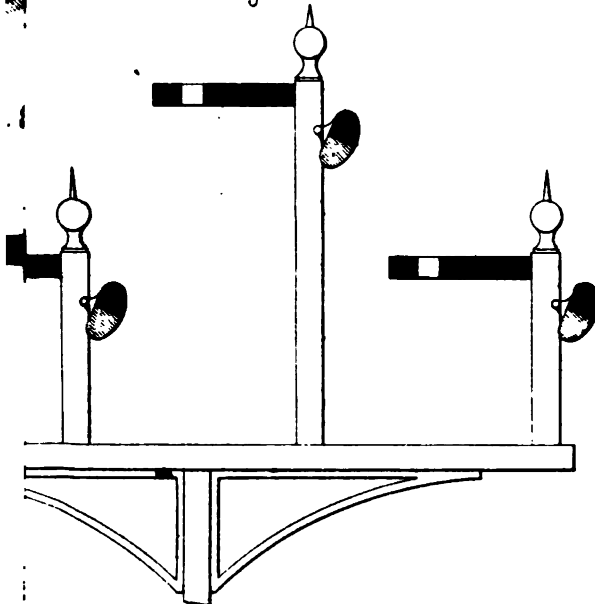




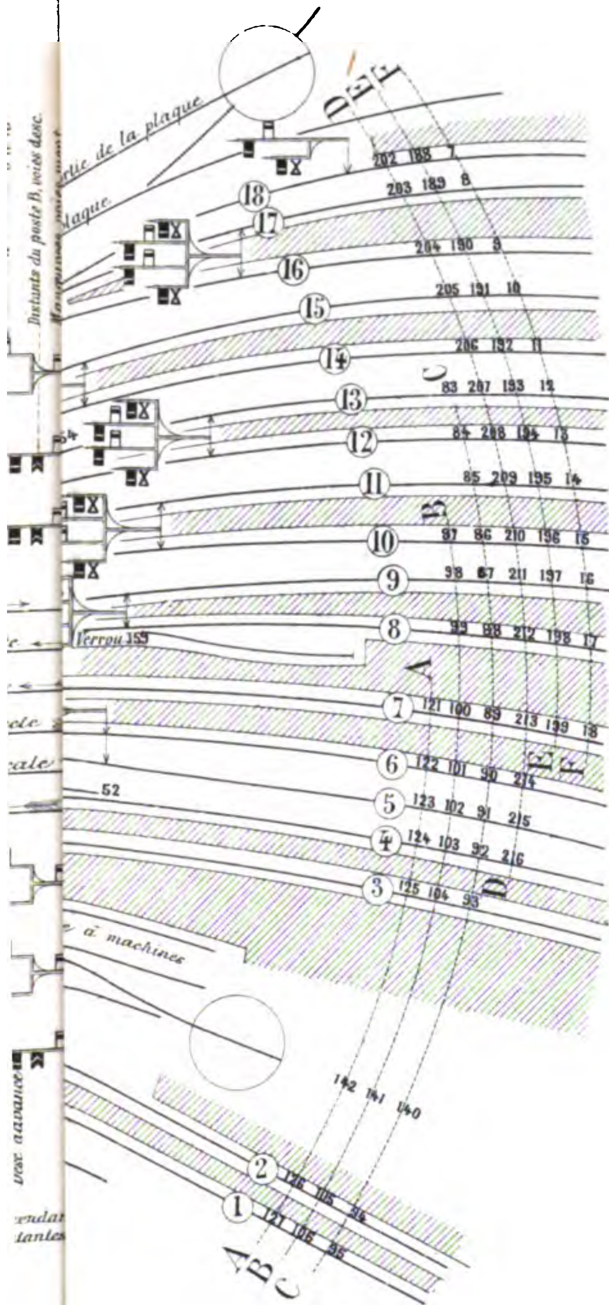
NOTA : *Les Signaux marqués ainsi sont les signaux à double transmission.*



...hore à bras en rangée horizontale



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

EXPLICATION DES PLANCHES.

MARS.

Pl. VII à XI. — Système anglais des signaux de chemins de fer.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT
AUX ANNALES DES MINES.

Pour Paris. . . . . **20 fr. par an**
Pour les Départements. . . franco **24 fr.** —
Pour l'Etranger. . . . . . . franco **28 fr.** —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B.—**On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.**

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

BULLETIN DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS
STATISTIQUE ET LÉGISLATION COMPARÉE.

Prix de l'abonnement pour la France et l'étranger :

Un an (janvier à décembre). . . . . 12 fr.

GÉOLOGIE. **Essai de géologie expérimentale**, par M. DAUBRÉE, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole des mines, professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle. 1 très fort vol. grand in-8° avec vignettes et planches. 37 fr. 50.

— **Les Eaux souterraines**, par le même. 3 vol. in-8°. 50 fr.

— **Substances minérales combustibles**, Minerais métalliques, minéraux utiles à l'industrie, par le même. In-8. 5 fr.

— **Tableaux géologiques des terrains**; par M. DUPONT, ing. en ch. des mines. 5 fr.

— **Cours élémentaire et pratique de géologie**; lithologie pratique, par M. Stanislas MEUNIER, docteur ès sciences, aide-naturaliste au Muséum. Prix. 8 fr.

— **Les Causes actuelles en géologie**, par le meme. In-8. 10 fr.

— **Géologie régionale de la France**, par le même. In-8. 17 fr. 50.

— **Revue de géologie**, par M. DELESSE, ingénieur des mines, professeur de géologie à l'Ecole normale, président de la Société géologique, et M. LAUGEL, ingénieur des mines, vice-secrétaire de la Société géologique. Tomes I, II, III. 15 fr.

— **Revue de géologie**, par MM. DELESSE et DE LAPPARENT, tomes IV, V, VI, VII et VIII. 25 fr.

— **Travaux souterrains de Paris.**

I. Etudes hydrologiques du bassin de la Seine. Applications à l'art de l'ingénieur et à l'agriculture, par M. BELGRAND, insp. général des ponts et chaussées. Grand in-8 avec 2 cartes et 81 pl. Prix: 40 fr.

II. Les Aqueducs romains. Grand in-8 et atlas. Prix: 30 fr.

III. Les Eaux anciennes. Grand in-8 et atlas. Prix: 70 fr.

IV. Eaux actuelles. Grand in-8° et atlas. 55 fr.

V. Les Egouts et les Vidanges. Grand in-8° et atlas. 50 fr.

MINÉRALOGIE. **Manuel de minéralogie**, par M. DES CLOIZEAUX, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure. Le tome Ier, 1 vol. in-8° avec son atlas. 20 fr.

— Le 1er fascicule du tome II. In-8 avec planches. 10 fr.

CRISTALLOGRAPHIE. **Cours professé à l'École des mines**, par M. MALLARD, ing. en ch. des mines. Tome I et II. 45 fr.

EXPLOITATION DES MINES. **Cours professé à l'École des mines**; par M. CALLON, insp. gén. des mines. La publication a été achevée par M. BOUTAN, ing. des mines. 3 vol. avec atlas. Prix: 75 fr.

— **Cours professé à l'École des mines** par M. Haton de la Goupillière. 2 vol. in-8. 60 fr.

MÉTALLURGIE. **Cours de métallurgie professé à l'École des mines**, par M. GRUNER, inspecteur général des mines. Principes généraux. — Combustibles. — Fonte, fer et acier.

En vente les tomes I et II, 1re partie, 2 gr. in-8 et atlas. 60 fr.

— **Cours de métallurgie**, par M. RIVOT, professeur à l'Ecole des mines. 3 vol. in-8 avec atlas de 40 planches. 55 fr.

Analyse au chalumeau, traduit de l'anglais de M. CORNWAL, par M. THOULET. Grand in-8, relié. 25 fr.

Analyses faites au laboratoire de l'École des mines, de minerais de fer, d'eaux minérales, etc. 3 vol. in-4. 20 fr.

JURISPRUDENCE DES MINES, minières, forges et carrières, à l'usage des exploitants, maîtres de forges, ingénieurs, par M. Étienne DUPONT, ingénieur en chef, directeur de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne. 3 vol. in-8. 25 fr.

COURS DE LÉGISLATION DES MINES, par M. Etienne DUPONT, inspecteur général des mines, professeur de législation, droit administratif et économie industrielle à l'Ecole des mines. 1 vol. in-8°. 15 fr.

CHEMINS DE FER. Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer; par M. C. COUCHE, inspecteur général, professeur du cours de construction et de chemins de fer à l'Ecole des mines. Tome Ier, Voie; tome II, Matériel de transport et Traction; tome III, Production et Distribution de la Vapeur, Freins, Effet utile de la locomotive. 3 vol. in-8 et 3 atlas contenant 151 grandes planches. Prix: 155 fr.

On vend séparément:

Le tome Ier. . . . . . 35 fr.
Le tome II. . . . . . . 85 fr.
Le tome III. . . . . . 50 fr.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME III.

4e LIVRAISON DE 1893.

PARIS.

Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

TABLE DES MATIÈRES.

AVRIL.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

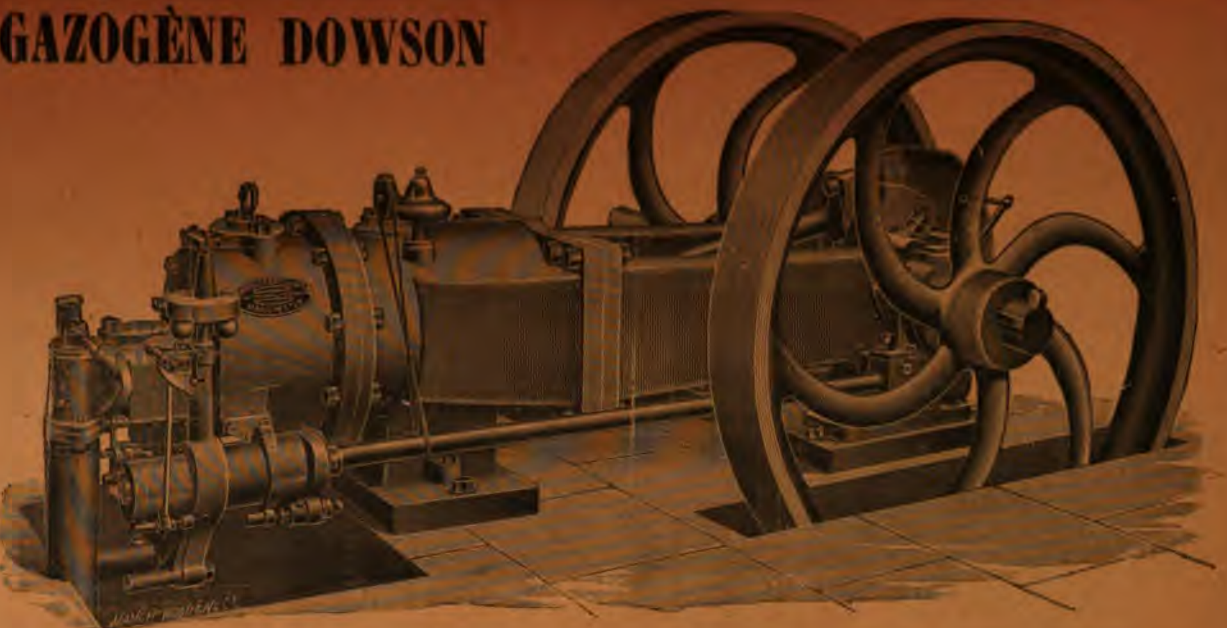
BULLETIN.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Février.

N.-B. — Le *Journal officiel* publie tous les lundis les propositions et homologations de tarifs de chemins de fer. Des abonnements spéciaux peuvent être pris pour la partie du journal contenant lesdites propositions et homologations.

GAZOGÈNE DOWSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que **600** à **700** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

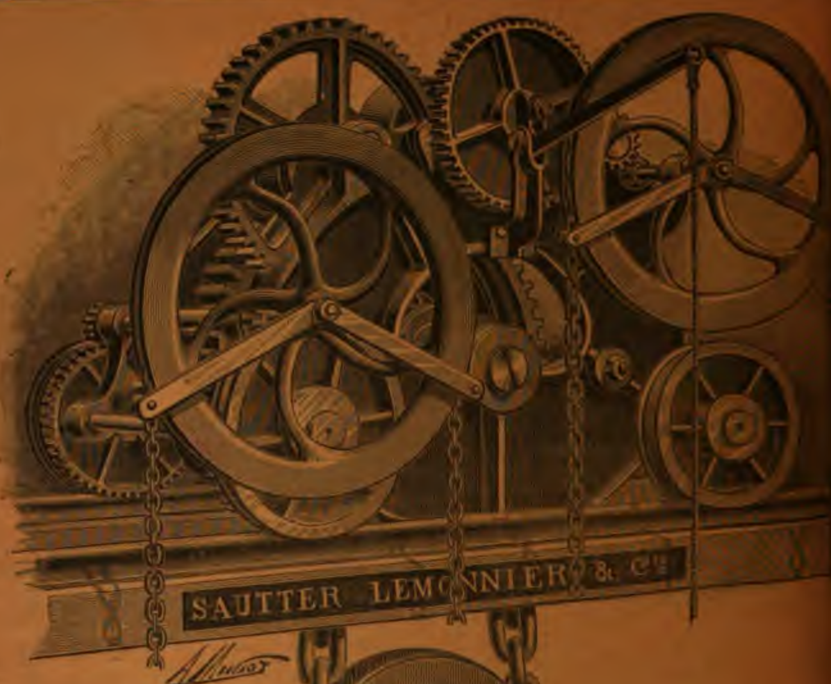
J. & O.-G. PIERSON, 54, Faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION, 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE 40.000 MOTEURS EN MARCHE

...nt **19,000** *sortis de la Maison Crossley*

DE **1/2** A **140** CHEVAUX


SAUTTER LEMONNIER & Cie

EXPOSITION UNIVERSELLE. PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL POUR MINES

VENTILATEURS SYST. L. SER

Brevetés S. G. D. G.

A BRAS, FIXES ET PORTATIFS

Pour Mines, Forges, Fonderies, Navires, Séchoirs, etc. Seul ventilateur ayant obtenu la médaille d'or à l'Exposition universelle de Paris 1889, la plus haute récompense accordée aux appareils de ce genre.
Références : Plus de 300 applications en 8 ans.

TUYAUX D'AÉRAGE

COMPRESSEURS D'AIR Syst. BURCKHARDT & WEISS

Breveté S. G. D. G.

A GRANDE VITESSE, FONCTIONNANT A SEC — MODÈLE 1891

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

POMPES HELICO-CENTRIFUGES. Syst. MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^TÉ S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS — TRIAGES — CRIBLAGES — DÉSCHISTA...
TRAINAGES MÉCANIQUES — VAGONNETS ET VOIES PO...

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN F...

CAGES D'EXTRACTION FER OU ACIER AVEC P...
Paliers à rotule Roquel, évitant le frottement des câbles sur les ...

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAP...

LOCOMOBILES — TRANSMISSIONS. — GROSSE CHAUD...

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEI...
Catalogues sur demande.

CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

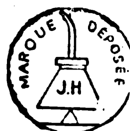
Personnel — 250 Ouvriers

Téléphone MAISON FONDÉE EN 1860 **Téléphone**

Spécialités d'Appareils de Graissage — Robinets

MASTIC AU MINIUM DE A. J. LANGE





R. HENRY

Constructeur-Mécanicien

USINE A VAPEUR & BUREAUX :

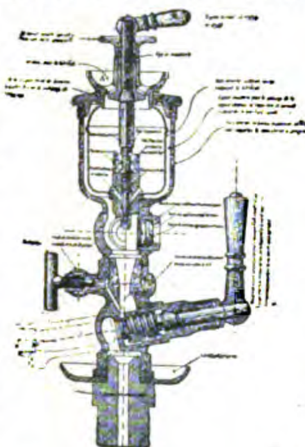
117, boulevard de la Villette, Paris

POUR PALIERS



SYSTÈME HOCHGESAND

POUR TIROIRS & CYLINDRES



DE TOUTES MACHINES

POUR TÊTES DE BIELLES



BREVETÉ s. g. d. g.

Sur demande on envoie les Prospectus complets

CH. BOIVIN

Ingénieur-Constructeur à LILLE. Bureaux : rue Nationale, 284

Médailles d'or, argent et vermeil aux Expositions

ISSEUR DE LA GUERRE, DE LA MARINE ET DES TRAVAUX PUBLICS

rteurs alimentaires, Elévateurs, Ejecteurs, **Réducteurs de pression, Comprimeurs de gaz,**
eurs de liquides et gaz, Pulvérisateurs, Souffleurs sous grilles pour mauvais tirages, Robinetterie.
ires de générateurs, **Réchauffeurs,** Purgeurs automatiques, **Tuyaux à ailettes.**

ASPIRATEURS DE GAZ : COMPRIMEURS DE GAZ

PULSOMÈTRE BOIVIN

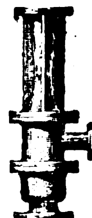


INJECTEUR ÉLÉVATEUR

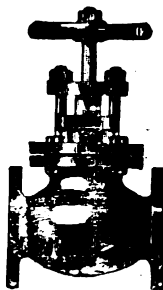
PURGEUR AUTOMATIQUE



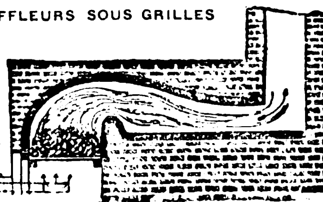
ÉLÉVATEUR-ÉJECTEUR



TOUTE ROBINETTERIE



SOUFFLEURS SOUS GRILLES



TUYAUX A AILETTES

En vente à la Librairie DUNOD.

ENCYCLOPÉDIE CHIMIQUE

TOME V. — APPLICATIONS DE CHIMIE INORGANIQUE

PARTIE MÉTALLURGIQUE

Généralités sur la Métallurgie et Cuivre, par MM. GRUNER, inspecteur général des Mines, et ROSWAG, ingénieur civil des Mines. 1 vol. in-8° **22**

L'Aluminium et ses alliages, par M. WICKERSHEIMER, ingénieur en chef des Mines. 1 vol. in-8° **3**

Fer et Fonte, par M. BRESSON, ancien directeur de mines et d'usines. 1 vol. in-8°. **6**

Aciers, par M. BRESSON, ancien directeur de mines et d'usines. 1 vol. in-8°. **8**

Étain. (*Sous presse.*)

Zinc. (*Sous presse.*)

Plomb. (*Sous presse.*)

L'Argent, par M. ROSWAG, ingénieur civil des Mines. 1 vol. in-8°. **25**

Désargentation des minerais de Plomb, par M. ROSWAG, ingénieur civil des Mines. 1 vol. in-8°. **25**

L'Or, par MM. E. CUMENGE et ED. FUCHS, ingénieurs en chef des Mines.

1re SECTION : *Exploitation et traitement des minerais aurifères.* 1 vol. in-8°. **12**

2e SECTION : *Traitement des minerais auro-argentifères.* 1 vol. in-8°. **17**

Nickel et Cobalt, par M. VILLON, ingénieur-chimiste, professeur de technologie chimique. 1 vol. in-8° **5**

Les Souscripteurs à la Partie Métallurgique complète de **l'ENCLOPÉDIE CHIMIQUE** obtiendront un rabais de **10 p. 100** au prix de ces parties séparées.

*Des facilités de payement seront accordées à MM. les **Ingénieurs** et Élèves des Mines.*

LOUIS FLASSE
ET SES FILS

à Ville Pommerœul (Hainaut) Belgique

et Dombasle-sur-Meurthe, France

ENTREPRISE A FORFAIT
DE SONDAGES ET PUITS ARTÉSIENS
A GRANDS DIAMÈTRES DE TOUTE PROFONDEUR

SONDAGES D'EXPLOITATION DE SALINES
et réparation des Sondages écroulés par suite de la dissolution du sel

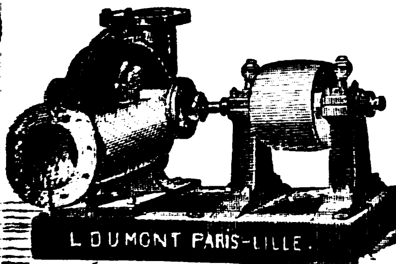
SYSTÈME A CHUTE-LIBRE
LE PLUS PERFECTIONNÉ DU JOUR, MARCHE GARANTIE RÉGULIÈRE ET RAPIDE

LOCATION DE MATÉRIEL, ETC.

MAISON FONDÉE EN 1868

L. DUMONT
PARIS, 55, rue Sedaine
LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES
MÉDAILLE D'OR
EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



...ciale aux manufactures en général et pour travaux d'épuisement
POMPES CONJUGUÉES POUR GRANDES ÉLÉVATIONS
SUPÉRIORITÉ JUSTIFIÉE
PAR
...000 APPLICATIONS
Envoi franco du Catalogue

LAMPES DE MINEURS
EN TOUS GENRES

COSSET-DUBRULLE FILS
INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR
LILLE — 3, rue de Toul, 3 — LILLE

LES PLUS HAUTES RÉCOMPENSES AUX EXPOSITIONS

FERMETURES AUTOMATIQUES ET A RIVETS DE PLOMB
TOUS MODÈLES EXÉCUTÉS SUR DESSINS OU TYPES
FOURNITURES DE TOUTES PIÈCES POUR ÉCLAIRAGE

Envoi franco sur demande des Prix-courants

RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DU QUATRIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

(1892)

Par M. WORMS DE ROMILLY, Ingénieur en chef des mines.

[Suite et fin] (*).

QUESTION XXIV

Chemins de fer dans les pays neufs.

Exposer les conditions économiques et techniques de l'étude, de la construction et de l'exploitation, dans les pays neufs, des chemins de fer considérés comme agents de civilisation, voies d'accès ou de pénétration.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. N. de Sytenko, conseiller de Cour, rédacteur en chef du journal technique du ministère des voies de communication de Russie.

M. de Sytenko définit pays neufs les pays dans lesquels la locomotive n'a pu avoir encore accès à cause de leur situation, de leur topographie ou de leur climat, et qui manquent de routes et de cours d'eau navigables. Dans ces contrées les chemins de fer développent les échanges, introduisent la civilisation, servent de voies

(*) Voir *suprà*, p. 203 et 287.

de pénétration pour les pays plus éloignés encore, et prennent enfin le caractère de lignes de transit.

Pour ces chemins de fer il faut tenir compte des conditions climatériques et de l'altitude. Il ne semble pas, par exemple, que l'on puisse s'élever au-dessus de 4.000 mètres et encore l'ascension et la descente doivent s'opérer très graduellement sous peine de faire courir des dangers sérieux aux voyageurs par de trop brusques différences de pression.

Les résultats des lignes en pays neufs sont une économie sur les transports et de très grands avantages indirects pour les populations et pour l'industrie; il devrait y avoir aussi un bénéfice net pour la rémunération des capitaux ; mais M. de Sytenko croit qu'on ne doit pas y compter en général, ce qui donne le droit aux exploitants de réclamer certains avantages comme par exemple la concession d'une bande de terrain le long des voies.

La construction doit se faire télescopiquement, c'est-à-dire en s'éloignant toujours du point de départ, afin de faciliter le transport des matériaux; on doit suivre les vallées et les cours d'eau navigables, et éviter les travaux d'art importants, lors même qu'il faudrait pour cela allonger beaucoup le tracé. D'une manière générale, on ne doit pas se préoccuper de diminuer le coût de l'exploitation. M. de Sytenko recommande la voie étroite de $0^{m},60$ à $0^{m},67$ parce qu'elle est la plus économique et que d'ailleurs elle lui paraît pouvoir suffire à des transports considérables, commerciaux ou stratégiques.

Les tarifs peuvent être très élevés, et il faut qu'ils le soient pour donner aux exploitants un produit rémunérateur; M. de Sytenko est d'ailleurs d'avis de réserver aux compagnies de chemins de fer en pays neufs le monopole des travaux publics, celui de l'exploitation des mines, des forêts et de la pêche, de leur attribuer même le droit d'établir des taxes sur les marchandises, pourvu

que le revenu de ces taxes soit consacré à l'amélioration des voies de communications. Il propose aussi de céder à ces compagnies la main-d'œuvre pénale et de leur laisser l'administration des colonies qui se forment. Il reconnaît, d'autre part, que l'on doit respecter les usages des indigènes. Après ces considérations générales, le rapporteur passe en revue les conditions faites à un certain nombre de compagnies dans des pays qui se trouvent comprendre la Grèce, les Indes anglaises, etc., etc.

L'analyse très sommaire qui précède suffit pour indiquer la nature des conclusions présentées par M. de Sytenko.

En annexes au rapport se trouvent :

1° Une note de M. J.-P. Maxwell, commissaire pour les chemins de fer de la Nouvelle-Zélande, sur l'exploitation des chemins de fer à voie étroite pour un trafic léger et peu considérable dans la Nouvelle-Zélande ;

2° Une note sur le chemin de fer de l'État à la côte occidentale de Sumatra, par M. Th.-A.-M. Ruys ;

3° Le texte du questionnaire détaillé relatif à la question XXIV transmis aux adhérents par la Commission internationale en 1891 ;

4° Une note de l'honorable sir Ch. Tupper, baronnet, haut commissaire du Canada à Londres, sur la construction et la mise en exploitation du chemin de fer transcontinental canadien.

Les renseignements intéressants abondent dans cette courte notice.

Mentionnons le développement pris par les chemins de fer dans le Dominion, où existe aujourd'hui 1 mille de voie ferrée par 370 habitants. Citons la rapidité vraiment extraordinaire avec laquelle la ligne transcontinentale a été établie malgré des difficultés de terrains que l'on pouvait supposer insurmontables. On a posé jusqu'à 3 milles de voie par jour pendant toute une saison et le travail a été exécuté tout entier en quatre années au lieu de

dix, réalisant une voie ferrée continue de 3.000 milles, de Vancouver à Québec. L'influence de la nouvelle ligne a été immense, au point de vue politique comme au point de vue économique, aussi bien dans la région des prairies que dans celle des montagnes, et, malgré l'importance des ouvrages d'art et les dépenses qu'ils ont nécessitées, le trafic assure déjà aux capitaux engagés dans l'entreprise un revenu rémunérateur.

Discussion. — M. de Guerreiro, ingénieur de 1re classe des chemins de fer de l'État portugais, fait observer que les conclusions du rapporteur relèvent de l'économie politique plutôt que de l'économie générale. Il proteste contre cette assertion qu'en pays neufs le revenu d'un chemin de fer n'est jamais assuré ; il ne peut admettre que dans ces pays les compagnies de chemins de fer ont droit à de larges emprises, ni qu'on peut leur confier les condamnés pour l'exécution des travaux ; ce dernier moyen lui parait discutable même dans le cas où l'État construit lui-même. Il voudrait voir le Congrès se borner à déclarer que, dans les pays neufs, les chemins de fer ont un caractère international et que la commission internationale devrait faire procéder à une enquête économique et scientifique dans ceux de ces pays où l'on projette la construction de voies ferrées.

M. Léon Say, vice-président du conseil d'administration de la compagnie du Nord français, estime que l'on n'a pas bien défini les mots de « pays neufs ». S'il s'agit de pays où il importe de faire pénétrer la civilisation, il y en a de déserts et de très peuplés. Les mêmes conclusions ne peuvent s'appliquer aux uns et aux autres.

M. Olin, administrateur de la compagnie du Congo, croit que par pays neufs on doit entendre les pays non civilisés et peu connus, à l'exclusion des pays connus qui n'ont pas encore été dotés de chemins de fer. Après avoir

exposé la situation de la compagnie des chemins de fer du Congo, qui d'après lui réalisera des bénéfices, il proteste, comme M. Guerreiro, contre cette idée que les chemins de fer en pays neufs sont nécessairement onéreux pour leurs exploitants.

M. Noblemaire s'associe à ces conclusions; puis il demande si quelques membres ne pourraient pas fournir à la section des détails sur les conditions d'établissement des chemins de fer du Congo. transsibérien, etc., etc...

M. de Sytenko fait connaître que pour le transsibérien il y avait trois lignes à choisir. On s'est décidé à commencer par les régions les plus habitées; on a renoncé à construire des tronçons réunis par des voies navigables. Pendant six mois les fleuves gèlent et, en outre, les dépenses pour les quais de transbordement auraient été énormes. On fait donc une ligne de bout en bout en avançant de proche en proche et en partant à la fois des deux extrémités de la ligne. On évite les terrains difficiles, par exemple ceux qui ne dégèlent jamais. La voie est à écartement de $1^{m},54$ avec courbes de 300 mètres de rayon et pentes de 10 millimètres par mètre. Le gouvernement construit, mais il admet des sous-entrepreneurs; il exploitera lui-même.

M. Guerreiro cite la ligne de Lorenço-Marquez, qui part du port de ce nom et se dirige vers le Transwaal; le pays qu'elle traverse n'est pas civilisé, mais il est très exploité; le chemin de fer construit à voie de 1 mètre est déjà insuffisant.

M. Guerreiro donne des indications sur la ligne de Loanda à Ambaca qui est établie dans un pays non civilisé et non exploité, quoique possédant une administration régulière. Cette ligne est une ligne de pénétration seulement, car les côtes sont inhabitables pour les Européens. La voie a un mètre d'écartement, les pentes maxima ont 25 millimètres par mètre, les courbes au moins 150 mètres de rayon.

M. Guerreiro cite encore quelques lignes faites ou étudiées en Afrique par le gouvernement portugais.

M. Litoff, ingénieur en chef du chemin de fer du Donetz, estime que pour la construction d'une ligne dans un pays neuf, il faut :

1° Profiter des voies naturelles (cours d'eau) ;

2° Ne construire de stations qu'en vue de donner aux trains l'eau et le combustible nécessaires ;

3° Adopter le type de voitures de l'Express-Orient ;

4° Éviter les constructions coûteuses, de manière à dépenser le moins possible.

Il pense que, dans les conclusions à émettre, on doit laisser de côté les questions économiques et administratives.

Après quelques autres observations, M. Amiot, ingénieur en chef des mines, adjoint à la direction de la compagnie P.-L.-M., qui remplissait les fonctions de secrétaire de la quatrième section, a été chargé de préparer des conclusions dans le sens des idées présentées par MM. de Sytenko, Guerreiro, etc.

Conclusions. — Les conclusions rédigées par M. Amiot ont été adoptées par la section et ensuite en séance plénière dans les termes suivants :

1) « L'établissement des chemins de fer de pénétra-
« tion et d'accès dans les pays neufs est le moyen le plus
« efficace de hâter le développement de la civilisation
« dans ces pays. Ces chemins de fer peuvent donner des
« bénéfices immédiats quand ils desservent des courants
« commerciaux déjà importants ; toutefois, même dans
« les cas trop fréquents où le capital de premier établis-
« sement est destiné à demeurer un certain nombre d'an-
« nées sans rémunération directe, ils n'en doivent pas
« moins être établis en raison des services qu'ils rendent
« aux pays traversés et à la civilisation en général.

2) « Il est le plus souvent nécessaire que les États « concourent à la construction des chemins de fer dans « les pays neufs, surtout s'ils ne doivent pas donner « immédiatement de bénéfice direct. Tantôt l'État cons- « truit le chemin de fer lui-même, tantôt il vient en aide « aux concessionnaires par des subventions qui peuvent « affecter des formes très variées, surtout dans les pays « où il n'existe encore aucune civilisation (concession de « terrains, de richesses naturelles, de travaux publics, « exonération de taxes, emploi éventuel de la main- « d'œuvre militaire, etc., etc.).

3) « Les conditions de construction des chemins de « fer dans les pays neufs varient beaucoup suivant les « difficultés spéciales à chacun de ces pays et suivant « l'importance probable du trafic à espérer. Le caractère « de ces chemins de fer est de se prêter le mieux pos- « sible à l'utilisation la plus complète des voies de com- « munication naturelles qui peuvent exister, en particu- « lier des voies navigables. Ils sont d'ailleurs affranchis « des sujétions qu'impose trop souvent dans les régions « civilisées la nécessité de desservir des centres de popu- « lation recommandés par leur rôle administratif ou « historique plus que par leur importance commerciale.

4) « Quand le trafic ne paraît pas devoir être consi- « dérable, il convient d'adopter les procédés de construc- « tion qui peuvent aboutir à des économies ; en particu- « lier, l'emploi de la voie étroite, entre autres avantages, « a celui de réduire le poids du matériel à transporter.

5) « A moins que dans certains cas il ne soit particu- « lièrement facile de multiplier les points d'attaque, il y « a généralement avantage à construire ces lignes d'après « le système télescopique, c'est-à-dire à commencer « par une extrémité de la ligne et à pousser graduelle- « ment les travaux en avant, à mesure que la ligne est « devenue praticable derrière eux.

6) « Enfin, en raison de l'importance du rôle des che-
« mins de fer considérés comme agents de civilisation
« et comme voies de pénétration et d'accès, il serait
« désirable que le Congrès maintînt la question à l'ordre
« du jour de sa prochaine session et en fît l'objet d'une
« enquête aussi complète que possible sur les résultats
« déjà obtenus. »

QUESTION XXV

Relations internationales.

Moyens de développer les relations internationales en ce qui concerne le trafic des marchandises.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. de Perl, conseiller d'Etat, directeur-gérant du service international de la Grande Société des chemins de fer russes.

Au Congrès de Milan, M. Fadda, ingénieur des chemins de fer de la Méditerranée (Italie), avait proposé de poursuivre la réalisation d'un règlement et d'un tarif uniques pour les chemins de fer de l'Europe associés aux administrations de bateaux à vapeur. On n'a pas jugé à cette époque la question assez mûre pour être traitée.

M. de Perl rappelle qu'au Congrès de Paris il a présenté un rapport sur les moyens de faciliter les relations internationales au point de vue du transport des voyageurs et de leurs bagages. Une convention dans ce sens est soumise actuellement aux divers États de l'Europe par le gouvernement belge.

En ce qui concerne les marchandises de petite vitesse, l'unification des tarifs ne paraît pas possible ; le système de Trommer, qui admet un tarif unique pour les frais de traction, un autre pour les frais d'expédition, de réception, de chargement et de livraison, puis une taxe d'assurance *ad valorem* contre le vol et enfin une taxe d'assurance

contre les risques inhérents au transport, n'a été accepté par aucune administration de chemins de fer; elle serait d'ailleurs en désaccord avec la convention de Berne, qui engage la responsabilité du chemin de fer en cas de perte ou d'avarie.

La convention de Berne, qui sera appliquée à partir du 1er janvier 1893 dans la plus grande partie de l'Europe, oblige les États contractants à transporter les marchandises d'après les tarifs en vigueur avec une lettre de voiture directe comme s'il n'y avait qu'une administration intervenant dans le transport.

Pour la grande vitesse, les compagnies prélèvent presque partout le tarif maximum; cette nature de transports représente à peine en moyenne les 5 p. 100 en poids et les 15 p. 100 en recettes de l'ensemble des marchandises. Les prix perçus varient seulement par tonne transportée de 23f,80 (Pays-Bas) à 34f,40 (France), la Russie exceptée, où, sans doute à cause des grandes distances, on trouve un prix de 81f,50 par tonne.

Après avoir exposé les conditions du transport en grande vitesse dans les différentes parties de l'Europe, M. de Perl insiste sur le système qui, depuis le mois d'avril 1892, régit les transports sur toutes les lignes françaises et dans lequel les frais sont calculés suivant la distance à parcourir et au moyen des mêmes unités de tarifs pour toutes les lignes, en comptant les poids par fraction de 10 kilogrammes.

En outre, ce tarif est différentiel; M. de Perl cite les prix de transport de 100 kilogrammes de messageries : à 100 kilomètres on paie 2f.30 en Belgique; 3f,35 en France; 4f,52 en Italie. A 500 kilomètres, on paie 6f,10 en Belgique; 14f,95 en France; 22f,40 en Italie.

Les tarifs de grande vitesse en Europe pourraient être établis d'après le système français en distinguant les tarifs de grande vitesse ordinaire, ceux de certaines den-

rées à dénommer et les tarifs de grande vitesse express.

Quant aux décomptes des chemins de fer entre eux, ils se feraient dans un Clearing-House général à Bruxelles, où existe déjà un bureau central de compensation des soldes du trafic entre l'ouest et l'est de l'Europe. En 1891 ce bureau a compensé 285.000.000 francs de transports et il a coûté 2.850 francs à répartir entre tous les intéressés.

En résumé, M. de Perl propose de prier le Gouvernement Belge de faire poursuivre par son administration des chemins de fer de l'État l'étude d'une tarification uniforme pour la grande vitesse en Europe et de convoquer en temps utile des délégations des États intéressés.

Discussion. — M. Noblemaire fournit quelques explications sur le caractère des nouveaux tarifs de grande vitesse en France. Il y a entente entre toutes les compagnies, de sorte que le tarif d'une marchandise traversant plusieurs réseaux ne paie que la taxe correspondant au parcours total, et les compagnies se partagent le prix du transport proportionnellement au parcours réalisé sur chacune d'elles et au montant de la taxe correspondant à ce parcours. Le tarif varie de 32 centimes à 17 centimes. Si le système était étendu à toute l'Europe, les distances à parcourir pourraient s'élever à 7 et 8.000 kilomètres, mais il serait peut-être difficile de descendre au-dessous de la taxe de 16 à 17 centimes. M. Noblemaire estime qu'il serait bon d'arriver à cette unification des tarifs de grande vitesse ; il ne voudrait pas cependant que l'on cherchât à obtenir ce résultat par l'intermédiaire des gouvernements, dont il craint l'intervention dans les questions de tarifs.

M. Picard se range au même avis, mais pour des motifs différents de ceux indiqués par M. Noblemaire. Le gouvernement dans certains pays, en France notamment, peut accepter ou refuser les tarifs présentés par les compa-

gnies ; il ne peut pas substituer aux propositions des compagnies d'autres propositions. L'initiative de la mesure dont il s'agit ne peut pas non plus partir de la Commission internationale, qui sortirait de son rôle ; mais elle pourrait émaner de l'administration des chemins de fer de l'État Belge, qui est en relations étroites avec tous les chemins de fer du monde.

M. Guerreiro ayant proposé de formuler un vœu en faveur de la suppression de l'impôt de la grande vitesse, M. Picard a fait remarquer que le Congrès ne pouvait mettre en discussion le régime fiscal des États, que les administrations de chemins de fer devront élaborer leurs tarifs abstraction faite des questions d'impôts, d'autant plus que les taxes d'impôts sont constamment remises en question et modifiées dans certains pays.

M. Lazareff, chef de la section du commerce à l'administration centrale des chemins de fer de Samara-Slavooust, ayant proposé de mettre à l'étude les moyens d'arriver à l'unification des tarifs de petite vitesse, M. Noblemaire et M. de Perl ont exprimé l'avis qu'en mêlant cette question à celle qui regarde la grande vitesse, on risquait de compromettre le succès des démarches faites en vue d'unifier les tarifs de grande vitesse. Il faudrait tout au plus énoncer l'idée de l'unification de la petite vitesse comme une chose désirable, mais difficile à réaliser actuellement.

Conclusions. — Conformément à cet avis, les conclusions suivantes ont été adoptées par la section et par le Congrès :

« Le Congrès est d'avis que, s'il est très difficile d'ar-
« river actuellement à un accord international pour le
« trafic des marchandises de petite vitesse, il est très
« désirable et il paraît possible d'établir un tarif commun
« international pour le transport direct des marchandises
« de grande vitesse.

« Le Congrès émet le vœu que l'administration des « chemins de fer de l'État Belge, qui possède des rela- « tions directes avec presque tous les chemins de fer de « l'Europe, prenne l'initiative de préparer, pour les mar- « chandises de grande vitesse, un projet de tarif commun « international, ainsi que de répartition des prix, et con- « voque en temps utile une conférence des diverses « administrations de chemins de fer. »

QUESTION XXVI

Variations de l'écartement des roues.

Quels sont, depuis la dernière session du Congrès, au point de vue international, les résultats obtenus en ce qui concerne le passage des mêmes véhicules sur des voies à écartement différent (russes et espagnoles, par exemple) ?

M. Biarez, ingénieur en chef du service central des chemins de fer du nord de l'Espagne, n'ayant reçu aucun renseignement nouveau, n'a pu présenter de rapport et la question n'a pas été discutée par le Congrès.

QUESTION XXVII A

Gares et troncs communs. Répartition des dépenses.

Répartition des dépenses des gares communes. **— Règles relatives à la répartition de la dépense d'une gare commune entre les diverses lignes qui y aboutissent.**

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Albert Urban, ingénieur chef de service, directeur au chemin de fer du Grand Central belge.

Les conventions relatives aux gares communes règlent la situation des agents, qui sont toujours nommés et révoqués par celle des administrations chargée de la gérance de la gare. Chaque administration donne des ordres au chef de gare en ce qui concerne seulement l'organisation,

la marche de ses trains et la répartition de son matériel.

Il y a à considérer les dépenses de construction, celles de modification, d'extension ou d'entretien et enfin les dépenses d'exploitation.

M. Urban distingue :

I. Les gares exploitées à forfait :

a) La tonne étant prise pour unité. Le Grand Central paie à Anvers 0f,31 par tonne apportée ou emportée.

b) L'essieu étant pris pour unité. Le Grand Central paie à Ruremonde 8 centimes par essieu entrant ou sortant jusqu'à 50.000 essieux, puis 6 centimes pour les 50.000 essieux suivants, puis 4 centimes, puis 3 centimes.

c) Le wagon étant pris pour unité. Le Grand Central paie à Charleroi 250.000 francs par an, puis 3 centimes par wagon de petite vitesse pris ou laissé en gare au delà de 125 000 wagons.

d) Une des administrations payant une redevance fixe.

II. Les gares exploitées au prorata du trafic :

a) Le voyageur étant pris pour unité. Une tonne, une tête de gros bétail, deux têtes de petit bétail équivalent en général à 10 voyageurs.

b) Le wagon en service local etant pris pour unité. Les wagons échangés entre les deux administrations font partie du service local.

c) Le wagon entré ou sorti étant pris pour unité. A Hasselt un wagon entrant ou sortant pour le service d'une seule administration, sans être mis en chargement ni en déchargement, compte pour deux unités ; les wagons échangés entre deux administrations comptent pour trois unités au débit de chacune d'elles ; un wagon amené chargé compte cinq unités, sorti vide il en compte trois ; enfin un wagon qui entre et qui sort compte dix unités.

d) L'essieu étant pris pour unité.

e) Le train étant pris pour unité.

III. Les gares exploitées au prorata du trafic, mais avec un forfait annuel basé sur le trafic de l'année précédente.

IV. Les gares exploitées suivant une répartition fixe des dépenses.

V. Les gares exploitées, chaque train payant une redevance à la communauté.

VI. Les gares ne rentrant pas dans les classes précédentes.

M. Urban conclut que le système le meilleur est celui dont nous avons brièvement indiqué les bases dans la classe II *c*). Ce système est un peu compliqué, mais au bout de quelques années il permet d'établir un forfait pour la répartition des dépenses.

Discussion. — M. le Président a fait remarquer que le rapport très intéressant de M. Urban ne pouvait donner lieu à aucune conclusion, et il a proposé de prendre acte des renseignements donnés dans ce rapport.

Conclusions. — Cette conclusion a été adoptée par la section et en séance plénière :

« Le Congrès prend connaissance avec le plus grand « intérêt des nombreux documents réunis par le rappor- « teur. »

QUESTION XXVII B

Gares et troncs communs. Répartition des dépenses.

Répartition des dépenses des troncs communs. — Règles relatives à la répartition de la dépense d'un tronc commun entre les diverses administrations qui l'utilisent.

Exposé. — L'exposé a été fait par sir Henri Oackley, directeur général du Great Northern Railway.

Sur le tronc commun au London and North Western et au Great Northern, d'une longueur de 72 kilomètres,

chaque compagnie fournit la moitié du capital et en paie les intérêts sur le fonds commun; elle reçoit 0f,78 par kilomètre pour les trains qu'elle remorque; les dépenses de personnel des stations, de signaux, de la voie, d'impositions sont payées sur le fonds commun et sur les recettes; le bénéfice est partagé entre les deux administrations.

Sur les lignes du Caledonian Railway, plusieurs compagnies ont droit de parcours; elles touchent 25 p. 100 de la recette brute du trafic de transit et 15 p. 100 de celle du trafic local fait par leur train. Le reste des recettes sert à payer les dépenses.

Enfin sir Oackley expose les conditions faites par le Métropolitain de Londres aux compagnies qui empruntent ses lignes. Il y a des redevances fixes et des perceptions sur les transports effectués.

Discussion. — M. Heusler, vice-directeur du comité de direction du chemin de fer Central suisse, a complété les renseignements fournis par l'exposé en faisant connaître le système employé en Suisse pour le tronc commun qui existe à la sortie de Bâle; l'intérêt du capital de construction, les frais de surveillance et de stations autres que les frais de trains proprement dits sont répartis entre les compagnies qui se servent du tronc commun, proportionnellement au nombre des essieux leur appartenant qui le parcourent.

Conclusions. — Sur la proposition du président, les conclusions suivantes ont été adoptées par la section, puis en séance plénière :

« Le Congrès remercie le rapporteur des renseigne-
« ments très intéressants qu'il a donnés sur les règles
« admises en Angleterre pour la construction et l'ex-
« ploitation des lignes exploitées à la fois par plusieurs
« compagnies. »

QUESTION XXVII C

Gares et troncs communs. Répartition des dépenses.

Répartition des dépenses indivises d'un réseau. — Règles relatives à la répartition des dépenses générales indivises d'un réseau entre les diverses lignes qui le composent.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Carlier, secrétaire général du chemin de fer d'Orléans.

Aucune administration n'ayant fait parvenir à la commission internationale des documents sur cette question, M. Carlier s'est borné à indiquer les méthodes statistiques usitées dans les compagnies françaises.

I. **Exploitation proprement dite.** — Les dépenses du personnel et du matériel accessoire des trains sont réparties entre les lignes, proportionnellement au parcours des trains ou des véhicules. Les dépenses de désinfection, celles d'imprimés, sont localisées dans les gares; les indemnités pour pertes, avaries, les frais généraux d'inspection sont répartis diversement suivant les compagnies.

II. **Matériel et traction.** — Les dépenses de cette nature sont réparties entre les lignes d'après le parcours kilométrique des trains ou des véhicules ; la même règle est suivie pour les dépenses de renouvellement afférentes à l'exploitation et pour celles des services centraux.

III. **Voie.** — Les frais généraux de chaque service d'arrondissement se répartissent d'après l'importance des dépenses localisées, et les frais du service central d'après le montant de l'ensemble des autres dépenses.

IV. **Administration centrale.** — Les dépenses d'administration centrale sont divisées entre les comptes d'exploitation et de construction au prorata des recettes et des dépenses cumulées d'une part et du double des dépenses de premier établissement d'autre part. La répar-

tition entre les lignes se fait ensuite suivant les compagnies, d'après le parcours des trains, d'après le parcours des véhicules, d'après les recettes, d'après les dépenses, ou enfin d'après la somme des recettes et des dépenses.

Discussion. — M. Noblemaire a fait remarquer que la répartition des dépenses entre les diverses lignes n'offre pas seulement un intérêt statistique. En France, par exemple, il y a des lignes à faible trafic imposées aux grandes compagnies ; pour répartir les bénéfices, il faut répartir exactement les dépenses et, suivant les bases admises, les résultats seront très différents. Il ne faut donc pas admettre une répartition sans base sérieuse en vue de simplifier la statistique.

Conclusions. — La section et le Congrès se sont bornés à constater l'intérêt des renseignements réunis par le rapporteur :

« Le Congrès a écouté avec beaucoup d'intérêt les « renseignements très instructifs que le rapporteur a « résumés dans son rapport. »

QUESTION XXVIII[A]

Répartition du trafic et tarifs communs.

Répartition du trafic d'un réseau. — Règles relatives à la répartition du trafic des marchandises entre les lignes d'un même réseau (détermination de l'itinéraire le plus économique).

Exposé. — M. d'Espregueira, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur général de la Compagnie royale des chemins de fer portugais, n'avait pas envoyé son rapport en temps utile pour qu'il pût être imprimé. M. Amiot a donné connaissance à la Commission des documents préparés par M. d'Espregueira, qui n'avait pu venir à Saint-Pétersbourg.

Après avoir indiqué les dispositions adoptées sur les chemins de fer Portugais, M. d'Espregueira conclut (*) que, dans nombre de cas, il y a avantage à effectuer le transport des marchandises par le trajet le plus long à cause du profil des lignes plus courtes et de l'organisation du service sur ces lignes. Il signale l'utilité pour les administrations de chemins de fer d'étudier la question dans ses moindres détails, en raison de l'importance que présente une diminution du prix de revient.

Discussion. — M. Soustchoff, ingénieur des chemins de fer Sud-Ouest russes, expose la législation établie depuis peu en Russie pour répartir les marchandises entre les lignes de même direction. Les marchandises qui sont transportées en grandes quantités peuvent l'être par diverses lignes, mais en payant un prix fixé d'après la plus courte distance ; une entente peut d'ailleurs s'établir entre les compagnies concurrentes pour la répartition des recettes, déduction faite des frais d'exploitation, évalués en général à 1/20 de copeck par kilomètre et par pound.

Quand la marchandise emprunte plusieurs réseaux, on majore les petits parcours jusqu'à 120 kilomètres sans que la part d'une ligne puisse dépasser la somme correspondant à son tarif normal.

M. Heurteau donne quelques explications sur la situation faite à la compagnie d'Orléans par la construction de lignes étrangères qui raccourcissaient la distance entre Paris et Bordeaux ; il n'admet pas qu'une circonstance de ce genre permette de déposséder une ligne déjà ancienne de son trafic.

M. Amiot fait connaître les principes adoptés sur le chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée pour déterminer

(*) Le rapport de M. d'Espregueira a été imprimé et distribué après la clôture du Congrès.

l'itinéraire à suivre par les marchandises. On a trouvé que 1 millimètre de pente est équivalent à un allongement de 5 p. 100.

Il indique également la formule suivie en Russie ; elle est analogue à celle du P.-L.-M., mais elle tient compte autrement de la raideur des pentes et admet que leur effet n'est pas simplement proportionnel à leur inclinaison.

M. Amiot fait remarquer que l'augmentation de proportion des menus dans le combustible brûlé par les locomotives a diminué les prix de traction ; par suite, l'allongement correspondant à 1 millimètre de pente a dû descendre au-dessous de 5 p. 100; la compagnie P.-L.-M. a cru devoir néanmoins continuer à appliquer ce coefficient.

Conclusions. — Conformément à la proposition de M. Amiot, les conclusions suivantes, qui diffèrent peu de celles proposées par M. d'Espregueira, ont été adoptées :

« Il y a souvent avantage à faire passer les marchan-
« dises entre deux points d'un réseau par un itinéraire
« autre que celui qui donne le plus faible parcours.

« La détermination de l'itinéraire le plus économique
« dépend d'un ensemble de conditions, parmi lesquelles
« on peut citer en premier lieu le profil, qui a une in-
« fluence prépondérante sur le coût du transport de la
« tonne kilométrique.

« Il faut tenir compte ensuite des courbes, de l'or-
« ganisation du service des marchandises, du délai de
« livraison, etc. »

QUESTION XXVIII[B]

Répartition du trafic et tarifs communs.

Répartition du trafic de plusieurs réseaux. — Règles relatives à la réparti-

tion du trafic des marchandises entre les lignes de deux ou plusieurs réseaux parallèles ou concurrents (bourses communes, cartels, etc.).

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Ch. de Schiller de Harka, inspecteur général des chemins de fer de l'État hongrois.

Les premières lignes de chemins de fer construites dans chaque pays avaient des zones d'action différentes.

Dès que plusieurs lignes ont été établies entre deux centres de production et de consommation, les compagnies concurrentes se sont fait une guerre de tarifs qui leur causèrent de très grandes pertes et ruinèrent une partie d'entre elles. On chercha à conjurer le danger de la lutte par des conventions appelées cartels, qui ont pour objet de répartir le trafic entre les lignes d'après certaines règles. C'est ainsi que les chemins de fer situés à l'ouest de Chicago ont pris, au mois de décembre 1890, les résolutions suivantes :

« Tarifs égaux, rationnels et rémunérateurs sur toutes les routes ; attribution à chaque ligne de la part de trafic à laquelle sa situation lui donne droit ; éviter les détournements de trafic ; simplification du service des transports et réduction des frais d'exploitation ; établissement dans chaque ville, tête de ligne à l'Est, d'une agence chargée de répartir entre les lignes concurrentes le trafic des marchandises destinées aux contrées de l'Ouest. »

La difficulté est de fixer la part du trafic des diverses lignes. M. de Harka fait observer que l'on peut calculer les quotes-parts afférentes à chaque route entre deux points donnés en raison inverse des longueurs de transport, en raison inverse des tarifs existants, en raison directe des quantités transportées ; si les routes ont des longueurs l_α, l_β, l_γ, entre les deux villes considérées, si les taxes par unité sont sur les trois lignes concurrentes t_α, t_β, t_γ, et si enfin les quantités transportées

avant le cartel étaient respectivement de q_α, q_β, q_γ, M. de Harka trouve que la part de la ligne γ devrait être, suivant que l'on admettrait la 1[re], la 2[e] ou la 3[e] règle, une fraction τ_γ du trafic total représentée par

$$\tau'_\gamma = \frac{l_\alpha + l_\beta - l_\gamma}{l_\alpha + l_\beta + l_\gamma}, \quad \tau''_\gamma = \frac{t_\alpha + t_\beta - t_\gamma}{t_\alpha + t_\beta + t_\gamma}, \quad \tau'''_\gamma = \frac{q_\gamma}{q_\alpha + q_\beta + q_\gamma}.$$

Or ces trois quantités sont notablement différentes ; il n'y a donc pas de solution unique de la question, qui doit être tranchée par un accord pratique.

La répartition du trafic se fait moyennant une compensation ultérieure en nature ou en argent, ou bien à l'aide d'un décompte mensuel combiné avec la compensation en argent, ou bien par la création d'une bourse commune formée des recettes et partagée ensuite entre les intéressés suivant les conventions du cartel.

M. de Harka expose ces différents systèmes et montre les difficultés auxquelles donne lieu leur application ; il estime qu'il faudrait tâcher de simplifier les cartels en limitant le nombre de lignes et de transports qu'ils doivent régler. Il conclut que les cartels sont avantageux aux chemins de fer et doivent être en concordance avec les intérêts du pays, qu'il ne peut pas y avoir de règles de répartition générales et qu'il faut fixer ces règles dans chaque territoire d'après des considérations d'équité ; il croit préférable de ne pas imposer à chaque ligne le transport effectif des marchandises que la répartition lui attribue, de confier le transport de marchandises déterminées au moindre nombre de routes et de préférence à une seule ; enfin il juge que le meilleur système paraît être de former une bourse commune de recettes entre les intéressés avec compensation mensuelle en espèces.

Discussion. — Après un échange d'observations entre

M. Ludwig, M. Noblemaire et M. Heurteau, observations qui portaient sur la forme des conclusions de M. de Schiller plutôt que sur le fonds. M. Amiot a été chargé de modifier ces conclusions dans le sens des remarques présentées à la section.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été adoptées par la section et par le Congrès :

1) « Il est désirable que la répartition du trafic de « concurrence fasse l'objet d'arrangements entre les di- « vers chemins de fer qui peuvent y participer.

« Dans les arrangements de ce genre, pourvu que les « chemins de fer contractants conservent le droit d'éta- « blir leurs tarifs à leur gré, les intérêts des chemins de « fer peuvent être sauvegardés sans aucun inconvénient « pour les intérêts du commerce et du pays.

2) « Il n'existe pas de règles générales pour la répar- « tition du trafic entre divers réseaux concurrents ; et « lors de la conclusion d'un arrangement, les bases « d'après lesquelles le trafic sera réparti doivent être « arrêtées par les chemins de fer intéressés, d'une façon « spéciale et d'après des considérations d'équité.

3) « L'attribution d'une certaine proportion du trafic à « l'un des itinéraires concurrents n'implique pas néces- « sairement le transport effectif par cet itinéraire du « trafic qui lui est assigné.

« Il est rationnel et désirable qu'en fait le transport « se fasse par l'itinéraire le plus économique.

« Les recettes forment le plus souvent une bourse « commune, avec décompte à intervalles réguliers de la « compensation en espèces stipulée dans l'arrange- « ment. »

QUESTION XXVIII[C]

Répartition du trafic et tarifs communs.

Tarifs communs. — Principes relatifs à l'établissement des tarifs communs à plusieurs réseaux.

Exposé. — Le rapport a été fait par M. F. Zeller, contrôleur des chemins de fer de l'État hongrois.

Après un court historique du développement des tarifs communs, M. Zeller examine les divers modes de leur établissement. Il en distingue trois :

A. Les tarifs directs par soudure des taxes locales, qui devraient n'être que la somme de ces taxes sans suppression, même partielle, des taxes de manutention. Quand il y a plusieurs itinéraires, le tarif est établi d'après la ligne la plus courte: les zones neutres, c'est-à-dire les sections par lesquelles passent nécessairement les marchandises, prélèvent intégralement leurs taxes locales, que le tarif soit proportionnel à la distance ou différentiel. Dans ce dernier cas, les quotes-parts des administrations concurrentes peuvent être réduites dans une très large mesure. On accorde généralement la quote-part neutre, c'est-à-dire la taxe entière aux chemins de ceinture ou de jonction, qui, à raison de leur peu de longueur, ne toucheraient avec les tarifs différentiels qu'une somme très minime.

B. Les tarifs communs basés sur des taxes unitaires ne variant pas avec la longueur du parcours, mais pouvant différer suivant les réseaux et les pays traversés. Ces tarifs ont une stabilité beaucoup plus grande que les précédents, qui peuvent être modifiés par l'une quelconque des administrations participant au transport.

C. Tarifs communs à taxes fixes déterminées ; ce sont des prix fermes destinés en général à permettre aux chemins de fer de lutter contre la navigation.

Au point de vue de la forme des tarifs communs, M. Zeller indique la forme de tarifs de soudure, celle de tarifs de stations, et enfin la forme mixte de tarifs de stations complétés par des taxes additionnelles par voie de soudure; dans ce dernier cas, les tarifs de stations sont seuls l'objet d'une répartition entre les compagnies intéressées, les taxes additionnelles se rapportant en général à un seul réseau. On peut alors restreindre beaucoup l'étendue des tarifs en les limitant à un petit nombre de centres d'itinéraires.

La dernière question examinée par le rapporteur est celle de l'étalon monétaire à employer dans les tarifs communs. Quand le transport emprunte des pays ayant des valeurs monétaires différentes, il est commode de prendre l'or pour étalon. Quand un tarif international a une valeur déterminée, il faut tenir compte du cours du change; on peut prendre ce change à une certaine époque et modifier les taxes quand le change a notablement changé; on peut encore annexer aux tarifs des tableaux indiquant les sommes à ajouter aux taxes suivant les variations du change.

M. Zeller estime que pour éviter les inconvénients résultant de la conversion des taxes, le mieux est de déterminer les quotes-parts entrant dans la formation du prix exigé par le tarif direct, en les fixant, dans le cas où elles sont basées sur des tarifs locaux, de manière à leur assurer une certaine stabilité et à les préserver des fluctuations du cours du change.

Ses conclusions sont les suivantes :

1° Au point de vue de la classification des marchandises, les administrations devraient concentrer leurs efforts dans le but d'établir l'uniformité de la forme des tarifs communs en donnant une étendue de plus en plus vaste à une classification générale de marchandises avec des conditions de transport identiques;

2° Quant aux tarifs établis par soudure des taxes locales et pour lesquels il n'est pas de l'intention des compagnies d'accorder une réduction de prix, la simple soudure avec omission de retranchements dans les taxes de manutention semble préférable à d'autres principes;

3° Pour les tarifs internationaux proprement dits, le système des taxes unitaires égales, avec une augmentation éventuelle des distances effectives par des suppléments de kilomètres pour les faibles parcours, paraît mériter la préférence, vu que ce système, par sa simplicité et par son indépendance relativement plus grande des changements des tarifs locaux, semble plus apte aux exigences d'une tarification internationale;

4° Les conditions de la répartition des taxes étroitement liées aux principes de l'établissement des tarifs devraient être fixées avant la mise en vigueur des tarifs, avec omission, dans la limite du possible, des quotes-parts neutres;

5° Quant à la forme des tarifs, l'indication des taxes sous forme de soudure permettant de restreindre l'étendue du tarif semble préférable par cette raison aux tarifs de stations;

7° Les quotes-parts entrant dans la formation des taxes d'un tarif direct devraient être arrêtées originairement dans ce tarif en les fixant, dans le cas où elles sont basées sur des tarifs locaux, de manière à les préserver de l'influence exercée par les fluctuations habituelles du cours du change.

Discussion. — Ces conclusions ont donné lieu à d'assez vives objections en ce qui concerne le 2ᵉ, le 5ᵉ et le 6ᵉ paragraphes.

M. de Perl reconnaît qu'il serait plus commode d'avoir une classification uniforme des marchandises, mais il ne considère pas cela comme nécessaire. Il croit donc qu'il

y aurait lieu de supprimer la fin de la première conclusion; il pense qu'il faudrait également supprimer les 5e et 6e conclusions, ainsi que la 2e qui entre dans des détails inutiles. Pour la 4e conclusion, elle recommande une mesure admise par toutes les administrations, mais puisque des membres paraissent tenir à son maintien, M. de Perl déclare ne pas s'y opposer.

M. Heurteau demande que l'on ne prenne pas des conclusions ne pouvant s'appliquer qu'à certaines administrations.

Conclusions. — Ces diverses observations ont paru fondées, et, en conséquence, la section a voté les résolutions suivantes, que le Congrès a acceptées :

1) « Au point de vue de la classification des marchan-
« dises, les administrations devraient concentrer leurs
« efforts dans le but d'établir l'uniformité de la forme des
« tarifs communs.

2) « Pour les tarifs internationaux proprement dits,
« le système des taxes unitaires égales, avec une aug-
« mentation éventuelle des distances effectives par des
« suppléments de kilomètres pour les faibles parcours,
« paraît mériter la préférence, vu que ce système, par
« sa simplicité et par son indépendance relativement plus
« grande des changements des tarifs locaux, semble plus
« apte aux exigences d'une tarification internationale.

3) « Les conditions de la répartition des taxes, étroi-
« tement liées aux principes de l'établissement des ta-
« rifs, devraient être fixées avant la mise en vigueur des
« tarifs, en supprimant, dans les limites du possible, les
« quotes-parts neutres. »

QUESTION XXIX

Mouvement des voyageurs.

Résultats des moyens employés pour développer le mouvement des voyageurs.

(Billets aller et retour; voyages circulaires; abonnements; cartes de circulation; carnets kilométriques; tarifs par zones, etc.).

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Heusler, vice-président du Comité de direction du chemin de fer Central suisse.

M. Heusler distingue seize catégories de billets :

Billets simples;
Billets d'aller et retour;
Billets circulaires à itinéraires fixes;
Billets circulaires à itinéraire choisi par le voyageur;
Billets circulaires pour familles;
Billets de bains de mer ou d'eaux thermales;
Billets d'abonnement personnels pour des parcours déterminés;
Billets d'abonnement d'écoliers;
Billets d'abonnement d'ouvriers;
Cartes d'abonnement à demi-tarif, moyennant le versement d'une somme fixe ;
Billets de société et d'écoles;
Billets du dimanche;
Billets Cook et Gaze;
Billets de trains d'excursions réguliers;
Carnets kilométriques ;
Billets tarifés par zones.

M. Heusler fait connaître, pour un grand nombre de pays, celles des catégories de billets qui y sont en usage, les tarifs, l'importance des réductions consenties dans chaque cas, la proportion des voyageurs de chaque classe et des recettes correspondantes, et enfin une série de renseignements statistiques très variés et de nature à caratériser le mouvement des voyageurs.

Pour donner une idée de la situation actuelle, nous avons réuni dans le tableau ci-après quelques-unes des données fournies par les administrations européennes qui ont répondu à M. Heusler.

PAYS		TARIFS kilométriques en centimes 1re cl.	2e cl.	3e cl.	4e cl.	RÉDUCTION accordée pour les billets AR 1re cl. p. 100	2e cl. p. 100	3e cl. p. 100	PROPORTION des recettes dues aux billets simples p. 100	PROPORTION P. 100 des recettes données par la 1re cl.	2e cl.	3e cl.	4e cl.	MAJORATION des tarifs pour les trains express	OBSERVATIONS
Allemagne		10	7.5	5	2,5	25			64	4.5	26,5	48	21 (1)	12,50	(1) Dont 3 pour les militaires.
Autriche	Ancien tarif	8,8	6,6	4,4	»	0			100	»	»	»	»	50	
	Nouveau tarif	6,6	4.4	2.2	»	0			100	»	»	»	»	50	
Belgique	État	7,5	5,66	3,75	»	20			42	»	»	60	»	25	
	Grand Central	8	6	4	»	25			»	»	»	74	»	»	
Danemark	Petites distances	11	7.4	4,6	»	30			43	3	26	71	»	»	
	Grandes distances	7,4	5,2	3.1	»	30									
Espagne		11,5	8,75	5,5	»	25			85 à 92	28 32 13	25 18 20	47 40 67	» » »	» » »	Sarragosse. Nord. Tarragone.
France	Ancien tarif	12,32	9,24	6,78	»	25			75	20	25	55	»	0	
	Nouveau tarif	11,2	7,56	4,928	»	25 (2)	20	20	»	»	»	»	»	0	(2) L'État donne jusqu'à 40 p. 100.
Grande-Bretagne	Great Northern	9,5	8	6,25	»	0	0	0	»	13,57	6,54	79,89	»	16,66 à 25 0/0	
	Great Western	15	10	»	»	16,66	16,66	0	»	8,86 (3)	13,49	74,47	»	20 à 25 0/0	(3) Ajouter 3,18 p. 100 de billets de saison.
Hongrie	Ancien tarif	13,2	8,8	6,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	
	Nouveau tarif au delà de 100 kilomètres	6.6	5,28	3,3	»	0			100	»	»	»	»	50	
Italie		11,3	7,91	5,09	»	20 à 35			66 ?	18	35	47	»	»	
Norwège		12,5	10,5	6,25	»	25			»	3	20	77	»	»	
Pays-Bas	État (4)	10,5	8,4	5,25	»	20 à 33			50	5	20	75	»	»	(4) Tarifs différentiels au delà de 50km.
	Chemins hollandais	10,5	8,4	5,25	»	40			25	19	32	49	»	»	
Russie		7,5	5,5	3.25	»	20			1	13 (5) ?	24 ?	63 85	» »	» »	(5) Pétersbourg-Varsovie.
Suisse		10,4	7,3	5,2	»	20 à 25			30	4 30	25 10	71 30	» »	» »	

M. Heusler constate que les billets à prix réduit ont beaucoup accru la circulation, que c'est la 3e classe qui donne la plus grande part du trafic et une part de plus en plus grande, que le parcours moyen des voyageurs diminue, que les billets à plein tarif sont les moins employés, enfin que le système des zones qui a réussi en Autriche-Hongrie pourrait être désastreux ailleurs.

Il conclut qu'il est impossible de poser des règles absolues pour la réforme des tarifs de voyageurs, que le meilleur système à suivre est d'accorder des facilités nouvelles à mesure que le besoin s'en fait sentir, que les billets AR avec forte réduction de prix semblent répondre aux besoins du public, et que les réductions de 3e classe paraissent les plus profitables aux chemins de fer et au public.

Comme annexe au rapport se trouve une note de l'administration des chemins de fer de l'État hongrois sur les résultats du tarif par zones, avec des détails très complets sur cette grande expérience, ainsi qu'une note de M. de Perl tirée d'une revue critique des réformes de tarifs de voyageurs.

M. de Perl s'occupe surtout dans son travail des tarifs hongrois.

Il trouve que la réforme a développé le trafic à petite distance et diminué le parcours moyen des voyageurs, que l'utilisation des places dans les trains n'a pas atteint 10 p. 100 et ne pourra guère augmenter encore, que la plus-value du mouvement des voyageurs dans la 1re zone jusqu'à 25 kilomètres est absorbée par l'insuffisance des recettes dans les zones II à XII, que l'augmentation de srecettes pour les zones XIII et XIV, paraissant due à l'attraction de Buda-Pesth, pourra difficilement continuer à se produire, que la suppression de la gratuité des bagages a amené l'encombrement des voitures sans donner lieu à un supplément notable de recettes,

qu'enfin, si l'on tient compte de l'augmentation des dépenses de matériel roulant et d'exploitation, conséquence de l'accroissement du nombre des trains-kilomètres, le bénéfice net accusé par la direction des chemins de fer de l'État hongrois correspond en réalité à un déficit. M. de Perl estime qu'en tous cas, on ne pourra avant plusieurs années être édifié sur les résultats réels des tarifs par zones.

Discussion. — M. Ludwig déclare que la réforme en Hongrie a eu pour but de développer les voyages à petite distance qui n'existaient pour ainsi dire pas à cause de l'éloignement des agglomérations entre elles et de leur éloignement de la voie ferrée. Il rectifie quelques erreurs qui se sont glissées dans la note de M. de Perl et qui ont surtout trait à la statistique du nombre des voyageurs que M. de Perl croyait ne pas répondre à la réalité des faits en raison de la manière dont sont délivrées certaines catégories de billets.

Une discussion assez longue s'est engagée entre M. Ludwig et M. de Perl qui conteste les résultats déduits de la statistique publiée par les chemins de fer hongrois. M. de Perl s'appuie sur une certaine évaluation du prix de revient dont M. Ludwig reconnaît ne pouvoir fournir la valeur exacte. Il estime qu'en général un voyageur-kilomètre coûte plus cher aux compagnies qu'une tonne-kilomètre. Or, en admettant l'égalité, la réforme hongroise aurait donné lieu à un déficit. En tous cas, le nouveau système ne peut convenir pour les pays où les voyages se font à de grandes distances comme en Russie. La taxe du voyageur peut être différentielle dans ce cas, mais le prix payé doit être proportionnel au service rendu.

M. Ludwig fait observer que M. de Perl serait arrivé

à d'autres résultats en prenant 1^{kr},40 (*) pour le coût du voyageur-kilomètre au lieu de 1^{kr},55; il soutient qu'en Hongrie, depuis la réforme, les recettes brutes se sont accrues de 50 p. 100 et qu'il n'y a nullement un déficit de deux millions de florins comme on le prétend.

M. de Perl admet qu'il peut bien y avoir un bénéfice, mais on ignore si le gain provient du trafic des voyageurs ou de celui des marchandises.

M. Heurteau aurait voulu obtenir des renseignements sur les résultats qu'a produits en Hongrie pour les 13e et 14e zones l'admission des voyageurs de 3e classe dans les trains express.

Sur une question de M. Noblemaire relative à la proposition présentée incidemment par M. de Perl en vue de la création d'un tarif différentiel pour les voyageurs, M. Duca, directeur général des chemins de fer de l'État roumain, donne des indications sur les tarifs roumains.

La base kilométrique, faible pour les petites distances (0^{f},06 en 1re classe), passe par un maximum pour les parcours de 250 kilomètres (0^{f},12), puis redescend et redevient égale à 0^{f},06 à 500 kilomètres.

La base de la 2e classe à 400 kilomètres est la même qu'aux petites distances. Le même effet se produit à 300 kilomètres pour la 3e classe. On a ainsi favorisé à la fois les très grands et les très petits déplacements, et les recettes ont augmenté d'un tiers.

Conclusions. — M. Barabant propose de résumer cette intéressante discussion dans une résolution qui a été adoptée avec de légères modifications et arrêtée dans les termes suivants :

« Pour la réforme des tarifs voyageurs, il est impos-
« sible de poser des règles absolues, s'appliquant à tous
« les pays.

(*) Le kreutzer vaut 0^{f},024 environ.

« Le système qui a été suivi jusqu'ici presque partout, « et qui consiste, en outre des améliorations du service « des trains et du matériel roulant, à accorder des ré- « ductions à mesure que les besoins s'en sont fait sentir, « a donné de bons résultats et il n'y a pas de raisons « pour s'en écarter.

« Ce sont plus spécialement les tarifs réduits sur « les faibles distances sous forme de billets d'aller et « retour et autres, qui paraissent devoir développer le « plus la circulation et répondre le mieux aux besoins du « public et des chemins de fer. »

QUESTION XXX

Marchandises à petite vitesse.

Résultats comparés du tarif à la capacité du wagon et du tarif par nature de marchandises, dans les divers pays.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. C. Frigo, chef de service de l'Agence commerciale des chemins de fer italiens de la Méditerranée.

Les divers tarifs en vigueur reposent sur l'un des principes suivants :

a) Ils dépendent de la tare et de la capacité des wagons ou du rapport entre le poids que l'on peut charger sur le wagon et celui de la marchandise remise au transport.

b) Ils dépendent au contraire de la valeur ou de la nature de la marchandise en tenant compte non seulement de la responsabilité du chemin de fer, mais encore de la nécessité d'abaisser les tarifs pour certaines matières à raison soit de leur utilité, soit de la concurrence d'autres moyens de transport.

c) Les tarifs peuvent être établis en combinant les deux principes précédents, de manière à favoriser le mouvement des marchandises et à sauvegarder en même temps les intérêts du chemin de fer, en tenant

compte d'une part de la valeur de la marchandise, d'autre part du rapport entre le poids du matériel roulant employé et celui de la matière transportée.

M. Frigo, pour pouvoir comparer les résultats des différents systèmes, a demandé aux administrations une série de renseignements et il donne une analyse des réponses qu'il a reçues. Malheureusement aucune administration ne tient une statistique dont on puisse déduire la valeur de l'utilisation du matériel roulant pour chaque marchandise en ayant égard à la capacité et à la limite de charge des wagons. On connaît seulement la charge moyenne pour tout l'ensemble des wagons d'une administration, ce qui est bien différent.

Conclusions. — Conformément à la proposition présentée par M. Frigo, la question XXX a été maintenue à l'ordre du jour par le Congrès, qui a adopté les conclusions suivantes :

« Le rapporteur, M. Frigo, donne connaissance des renseignements qu'il a recueillis auprès des diverses administrations sur les données concernant la question ; il constate que ces renseignements ne suffisent pas pour permettre d'apprécier les résultats comparés du tarif à la capacité du wagon et du tarif par nature des marchandises dans les divers pays, et il émet le vœu que la question soit maintenue à l'ordre du jour de la prochaine session du Congrès. »

QUESTION XXXI

Caisses de retraite et de secours.

Examen des réponses au questionnaire détaillé dressé conformément aux résolutions du Congrès.

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Georges de Laveleye, membre du Comité d'administration du chemin

de fer du Congo, avec la collaboration de M. Ign. Konta, conseiller de régence Imp. et Roy., chef du bureau des institutions de prévoyance des chemins de fer de l'État autrichien, pour le dépouillement des documents en langue allemande.

M. Olin a présenté l'analyse du rapport.

M. de Laveleye avait adressé aux administrations un questionnaire auquel soixante-six d'entre elles ont répondu.

Les caisses de retraite ont donné lieu à 42 questions, la statistique démographique à 25; pour les caisses de secours, il y avait 42 questions, plus 13 questions de statistique; enfin 13 questions concernent les caisses de prêt. A la suite du rapport sont reproduites à peu près intégralement les réponses groupées par questions.

Voici le résumé de l'analyse de ces documents, faite par M. de Laveleye.

Tous les employés sédentaires ou du service actif sont admis au bénéfice des caisses de retraite et, en général. les agents commissionnés sont obligés de s'affilier à la caisse. Le plus souvent, ils perdent leurs versements quand ils sortent prématurément des cadres. La caisse constitue aux ayants droit une rente viagère réversible sur la veuve ou les enfants et calculée d'après la durée du service et le traitement des dernières années, mais non d'après la quotité des versements effectués, l'Italie exceptée. Les rentes viagères sont en général incessibles et insaisissables, au moins jusqu'à concurrence d'un certain minimum; mais il y a de nombreuses exceptions. Elles ne peuvent pas être transformées en un capital à remettre au bénéficiaire. Les retenues sont proportionnelles aux traitements et on ne tient compte ni de l'âge, ni de la situation personnelle (célibataire, marié, etc., etc.) de l'agent.

Les versements faits par les compagnies en sus des

retenues varient beaucoup. L'ensemble des deux sommes donne pour les diverses compagnies des quantum pour cent très différents : Varsovie, Vienne, 14,00 p. 100; Midi français, 11,70 p. 100; Méridionaux, Méditerranée (Italie), 10,50 p. 100; État français, État danois, Orléans, Paris-Lyon-Méditerranée, Chemins sardes, 10 p. 100; Gothard, 9,00 p. 100; Chemins hollandais, 5,24 p. 100; Great Northern, Chemins norvégiens et portugais, 5 p. 100.

Pour qu'une caisse puisse se suffire, des prélèvements de plus de 10 p. 100 sont nécessaires. Les caisses de retraite sont gérées par les administrations, qui emploient les fonds en rentes sur l'État ou valeurs analogues, et la plupart se considèrent comme responsables des engagements de pensions pris vis-à-vis des agents.

Les documents de statistique démographique sont insuffisants pour la formation d'une table de mortalité spéciale aux agents de chemins de fer.

Les caisses de secours sont en général indépendantes de celles de retraites. Elles sont alimentées par une retenue de 1 à 2 p. 100 sur les salaires et par une contribution à peu près égale de la compagnie ou par les deux moyens à la fois ; mais, dans les pays n'offrant pas des causes d'insalubrité particulières, la proportion de 2 p. 100 suffit. En Sicile, il faut plus de 6 p. 100.

Les caisses de prêts n'existent que dans certaines compagnies et avancent des sommes qui varient entre 1/12 et 3/12 du traitement.

Le remboursement se fait ordinairement par retenue, et dans un délai de six à vingt mois.

M. de Laveleye a terminé son rapport en présentant le résumé des principes qui lui ont paru généralement admis ; nous nous contenterons de les indiquer brièvement :

« La constitution d'une caisse de retraite entraine « pour une administration une obligation morale d'assu-

« rer au personnel, au moment de la retraite, une pen-
« sion viagère réversible partiellement sur la veuve et
« les orphelins. Dès lors, c'est le fait de la contribution
« de l'employé par une retenue annuelle et non la quo-
« tité de la contribution qui importe ; en un mot, la
« caisse de retraite n'a rien de commun avec les sociétés
« d'assurances ; c'est une institution de patronage di-
« rect. »

Discussion. — M. Léon Say croit qu'il faut, au contraire, rapprocher le système des retraites de celui des assurances. En France, les prélèvements faits sur le traitement des fonctionnaires n'ont aucun rapport avec les retraites elles-mêmes ; ils constituent un impôt spécial à ces fonctionnaires. Il ne faut pas dire que la caisse des retraites doit être une institution patronale, parce qu'alors la cotisation de l'agent ne sert qu'à lui donner un droit à la retraite. Il y a, d'ailleurs, un élément variable dont les administrations sont obligées de subir les effets, c'est le taux de l'intérêt de l'argent. Si l'on veut former pour les caisses de retraites des capitaux suffisants, la petite industrie ne pourra y arriver. Quant à l'État, dont le personnel se renouvelle indéfiniment, il est plus simple pour lui de dépenser chaque année la somme nécessaire que de reformer tous les vingt ans un nouveau capital. Pour une industrie particulière, il n'en est plus de même ; mais cette industrie peut assurer ses employés à la caisse de l'État comme le font en général les compagnies de chemins de fer. L'avenir appartient, d'après M. Léon Say, à quelque chose de contraire aux institutions de patronage, qui finissent presque toujours par des déficits comme les caisses de secours mutuels. On doit se proposer de donner un traitement de non-activité aux anciens agents et leur imposer l'assurance obligatoire pendant la durée de leurs services.

M. Carlier estime que les administrations doivent assurer à leurs agents un minimum de rente viagère et qu'elles ont le devoir de les encourager a faire des épargnes. Ce dernier résultat est atteint par la retenue non obligatoire et au moyen d'une prime ajoutée par le patron à cette retenue. A la Compagnie d'Orléans, la retraite d'un homme d'équipe après vingt-cinq ans de services est de 360 francs à 400 francs ; en outre, la compagnie double les versements volontaires de 2 p. 100 effectués par l'agent à la caisse de retraite de l'État.

M. Noblemaire fait observer qu'on doit établir une distinction entre l'agent payé à l'année et l'ouvrier nomade payé à la journée et qui constitue un tiers du personnel. Il n'est pas d'avis de remettre un capital à l'agent retraité; quant à la rente viagère, on a pris l'engagement de la payer, il faut tenir cet engagement coûte que coûte. Les recherches faites à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée sur une période de vingt-cinq ans et sur 100.000 agents, ont donné une table de mortalité différant peu de celle adoptée par les compagnies d'assurances. Pour donner à un agent âgé de cinquante-cinq ans après vingt-cinq ans de services un minimum de retraite calculé à raison de 2 p. 100 du traitement touché et moitié de la retraite à la veuve, il faut un prélèvement de 14 à 15 p. 100. On ne peut demander aux agents plus de 5 p. 100, et d'ailleurs, au fond, la retenue est toujours payée tout entière par la compagnie. Pour les ouvriers non commissionnés, plus nomades, les versements se font à la caisse d'assurance pour la vieillesse et la retraite dépend des versements.

M. Guerreiro expose le système adopté au Portugal pour l'armée; la retraite est assurée au militaire par l'État, sans retenue; la retenue obligatoire sert à constituer une retraite pour la veuve. Ce système est rationnel parce qu'il est impossible, en effet, de calculer la retenue

d'un employé de manière à tenir compte de l'âge de sa femme, du nombre des enfants, etc., etc.

M. Guerreiro estime qu'en outre, on doit tenir compte de la nature des services pour fixer l'âge de la retraite. En résumé, il propose une caisse de retraite obligatoire pour les agents, une caisse de secours facultative pour leurs familles.

M. Olin présente les conclusions suivantes :

1° Les administrations doivent s'adresser à une institution étrangère publique ou privée pour assurer l'avenir de leur personnel ;

2° Création d'un compte particulier pour chaque intéressé afin de lui constituer une rente viagère, mais avec garantie par son administration d'un minimum de rente ;

3° Création d'une caisse spéciale alimentée par des retenues sur les traitements et surtout par des subsides des administrations, et destinée à distribuer des secours aux veuves et aux orphelins.

M. Tegner, directeur général des chemins de fer de l'État danois, fait connaître les dispositions de la loi danoise, qui garantit aux employés divisés en trois classes et moyennant des retenues de 5 p. 100, 2 1/2 p. 100, 0 p. 100, des retraites égales aux 2/3, 1/2, 1/3 du traitement.

M. Renditzky proteste contre la conclusion du rapporteur qui rendrait les administrations responsables des rentes viagères; les administrateurs peuvent avoir cette responsabilité, mais non les administrations, parce que les actionnaires ou même l'État pourraient refuser de reconnaître un tel engagement.

M. Griolet insiste pour la suppression de toute conclusion visant la responsabilité des administrations. Au chemin de fer du Nord français, l'agent verse 3 p. 100 à la caisse de retraite nationale et la compagnie lui fait une pension de 1/80 du traitement par année de service.

M. Olin fait observer que le chiffre de 15 p. 100 est déjà très élevé pour la retenue; il devra peut-être monter un jour à 25 p. 100. Il vaudrait mieux choisir une combinaison dans laquelle l'État garantirait la retraite.

M. Léon Say demande si les sacrifices à faire pour assurer un traitement de non-activité ne seraient pas inférieurs à ceux qu'exige la formation des capitaux des caisses de retraites.

M. Amiot, ingénieur en chef des mines, adjoint à la direction de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, propose de reconnaître en principe l'obligation pour les administrations d'assurer l'avenir de leurs employés, mais de déclarer que les inconvénients des caisses actuelles engagent à étudier d'autres moyens d'arriver à ce résultat.

Cette dernière considération donne lieu à de vives objections de la part de divers membres, qui craignent que l'on ne fasse naître des inquiétudes dans le personnel des chemins de fer.

A une séance ultérieure, M. Amiot a lu un projet de résolution ainsi conçu :

« Il ressort de la discussion que l'on considère comme « une obligation morale pour les administrations de « chemins de fer d'assurer le sort des anciens agents, « au moyen d'une contribution parallèle des agents et « de la compagnie.

« On peut y arriver par deux procédés : soit, et c'est « actuellement le plus généralement suivi, par le moyen « de caisses de retraite gérées par l'administration du « chemin de fer et dans lesquelles s'accumulent des ca- « pitaux destinés à assurer le service des pensions via- « gères ; soit, pour éviter cette accumulation de capitaux, « en ayant recours à des combinaisons d'assurances « dans lesquelles interviennent des institutions étran- « gères au chemin de fer capitalisant les versements soit « des agents, soit du chemin de fer à des comptes indi-

« viduels, la pension étant complétée en cas d'insuffi-
« sance par une libéralité de la compagnie sous diffé-
« rentes formes.

« Cette tendance, accusée par des faits récents, parait
« accueillie avec faveur et on peut la signaler aux études
« futures.

« Enfin la section pense que les différentes administra-
« tions devraient rassembler les éléments de tables de
« mortalité spéciales aux agents de chemins de fer dans
« les différents pays. »

Conclusions. — MM. Guerreiro, Carlier, Heurteau, Olin, etc., etc., ont réclamé diverses modifications à ce texte, qui a été enfin arrêté dans les termes suivants, acceptés par le Congrès en séance plénière :

« On considère comme obligation morale pour les ad-
« ministrations des chemins de fer d'assurer, dans la
« mesure du possible, le sort des anciens agents et, après
« eux, de leurs familles.

« On y peut arriver par divers moyens : soit, et c'est
« actuellement le plus généralement suivi, par le moyen
« des caisses de retraite ou de secours, dans lesquelles
« s'accumulent des capitaux, destinés à l'accomplisse-
« ment des engagements de la caisse; soit en ayant re-
« cours à des combinaisons d'assurance dans lesquelles
« interviennent des institutions étrangères aux chemins
« de fer, recevant les versements des agents et des ad-
« ministrations à des comptes individuels, le produit de
« cette assurance pouvant d'ailleurs être complété, en
« cas d'insuffisance, par une libéralité du chemin de fer
« sous différentes formes ; soit encore par d'autres pro-
« cédés.

« Ces dernières tendances, accusées par des faits ré-
« cents, paraissent être accueillies avec faveur et on
« peut les signaler aux études futures.

« Enfin, la section émet le vœu que les diverses ad-
« ministrations rassemblent, d'ici au prochain Congrès,
« les éléments statistiques relatifs au mouvement du
« personnel (entrée, sortie, mortalité) dans les différents
« pays. »

QUESTION XXXII

Établissements annexes.

Construction et exploitation par les administrations de chemins de fer des établissements annexes (hôtels, buffets, etc.).

Exposé. — Le rapport a été fait par M. W. Towle, directeur des hôtels, buffets, etc., du Midland Railway.

M. Amiot a présenté le résumé de ce travail.

M. Towle s'est proposé d'indiquer les meilleurs moyens à employer pour assurer le confort des voyageurs dans des limites raisonnables, de manière à développer le goût des voyages, tout en conservant la possibilité de servir des dividendes aux actionnaires des compagnies.

Il y a trois formes d'organisation des buffets et hôtels de chemins de fer : l'entreprise, la régie, l'union des restaurants de chemins de fer.

M. Towle ne croit pas le système de l'entreprise favorable aux intérêts des voyageurs; si les hôtels de la ligne sont loués à des fermiers distincts, il y a trop de différence d'une gare à l'autre dans les prix et dans la nature des consommations. En outre, alors, les buffets sont toujours insuffisants en dehors des grandes gares.

La Régie semble préférable au rapporteur, qui commence par établir le droit des compagnies à créer des hôtels de gare, malgré la concurrence qu'elles font ainsi à l'industrie, à condition bien entendu de ne pas donner lieu à des abus. Le service spécial des hôtels et des buffets doit être détaché du service général de la ligne, et confié à un directeur compétent responsable vis-à-vis d'un

conseil formé de quelques membres du conseil d'administration de la compagnie. Sur le Midland, ce système a été adopté; on a créé un dépôt central où se trouvent : magasins, celliers, boulangerie, buanderie, ateliers de réparations, bureaux de contrôle. Les tarifs de tous les hôtels et de tous les buffets sont les mêmes, avec deux catégories de prix pour les consommations des buffets (1re et 3e classe).

Dans le troisième système, les hôtels ou buffets d'une ou plusieurs compagnies forment un syndicat d'exploitation; mais il est essentiel que la ou les compagnies possèdent la majorité dans le conseil d'administration, afin que rien ne soit fait qui puisse causer un préjudice au chemin de fer.

A la suite du rapport, M. Towle donne en annexe un tableau des prix d'une série d'objets de consommation dans divers buffets de chemins de fer d'Europe, d'Australie, d'Afrique, etc., etc., et les tarifs complets des buffets et hôtels du Midland.

Discussion. — Un membre fait observer que le rapport préconise le tarif obligatoire.

M. Salow déclare qu'en Russie le tarif de certains mets est approuvé par l'administration; pour les mets de luxe, il n'y a pas de tarifs.

M. Amiot dit qu'il en est de même en France sur le Paris-Lyon-Méditerranée. Les buffetiers exploitent les buffets à leurs risques et périls en payant une redevance basée sur l'importance de leurs recettes et en se conformant à un tarif approuvé par la compagnie. L'inconvénient signalé par M. Towle n'existe pas, la compagnie se réservant le droit de congédier les buffetiers à la fin de chaque année, ce qui est une menace suffisante, ces positions étant très recherchées à cause des bénéfices qu'elles donnent.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été approuvées par la section et par le Congrès :

« Le Congrès a pris connaissance avec beaucoup « d'intérêt des renseignements réunis dans l'exposé de « M. Towle. »

QUESTION XXXIII

Renseignements techniques de la 4e section.

Coordination des résultats de l'exploitation de divers réseaux, ces résultats étant rendus comparables par l'adoption d'une même classification des dépenses adoptée par le Congrès (Formulaire XI).
Prix de revient de l'unité kilométrique (voyageurs et marchandises).

Exposé. — Le rapport a été fait par M. Amiot, ingénieur en chef attaché à la direction des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Les administrations qui ont fourni des renseignements susceptibles d'être utilisés sont au nombre de vingt-sept. M. Amiot en a formé trois groupes : un de l'Europe septentrionale, Danemark, Norvège et Russie ; un autre de l'Europe méridionale, comprenant l'Espagne, l'Italie et l'Algérie ; le troisième de l'Europe centrale, Autriche-Hongrie, Belgique, France, Pays-Bas et Suisse. M. Amiot a consigné sur des tableaux le détail des données statistiques, des recettes et des dépenses pour chacune des vingt-sept administrations et les moyennes pour chacun des trois groupes. Ces derniers résultats sont particulièrement intéressants, et nous croyons devoir les reproduire en partie.

Prenons d'abord les coefficients d'exploitation, ou plutôt le montant des dépenses pour 100 francs de recettes brutes :

	EUROPE			
	septentrionale	centrale	méridionale	entière
Recette kilométrique moyenne	francs 29.000	francs 32.300	francs 23.400	francs 30.400
Montant des frais d'administration centrale et généraux	fr. 8,01	fr. 4,61	fr. 4,19	fr. 5,27
Montant des frais d'exploitation proprement dite	12,41	17,59	19,57	16,52
Montant des frais de matériel et traction	21,18	17,82	20,45	18,65
Montant des frais de la voie	19,75	11,67	10,80	13,20
Total des frais divers ou coefficient d'exploitation	61,38	51,69	55,31	53,61

Il est à remarquer que la somme des frais d'administration et de ceux de l'exploitation proprement dite varie peu d'un groupe à l'autre, tandis que les frais d'admnistration diffèrent notablement. Cela tient sans doute à la manière dont sont répartis certains traitements.

Pour déterminer le prix de l'unité de transport, on a assimilé le voyageur-kilomètre à la tonne-kilomètre, et on a transformé les accessoires de la grande vitesse en voyageurs-kilomètres et les accessoires de la petite vitesse (bestiaux, etc.) en tonnes-kilomètres, en divisant, par exemple, la recette des accessoires de grande vitesse par la recette moyenne que fournit le voyageur-kilomètre.

On a ainsi obtenu les résultats suivants exprimés en centimes :

Prix de revient de l'unité transportée à 1 kilomètre.

	EUROPE			
	septentrionale	centrale	méridionale	entière
Frais d'administration centrale et frais généraux	cent. 0,41	cent. 0,33	cent. 0,27	cent. 0,27
Frais d'exploitation proprement dite	0,62	0,87	1,18	0,84
Frais de matériel et traction	1,07	0,88	1,23	0,95
Frais de la voie	1,01	0,58	0,63	0,67
Prix de revient total	3,11	2,56	3,33	2,73

Si l'on additionne les deux premiers éléments de la dépense, on trouve sensiblement les mêmes valeurs, sauf dans le cas de l'Europe méridionale; la raison de ce fait doit être la faiblesse du trafic des chemins de fer compris dans ce groupe. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les moyennes ont été établies d'après les renseignements fournis par un nombre très restreint d'administrations, de sorte que, si les renseignements avaient été plus complets, les moyennes auraient pu différer notablement des chiffres ci-dessus.

Discussion. — M. Heusler demande qu'il soit bien entendu que le coefficient d'exploitation a une valeur très secondaire, et qu'on commettrait de graves erreurs en établissant une comparaison entre deux chemins de fer d'après ces coefficients seuls. L'élévation des tarifs, l'importance du trafic ont une influence énorme sur ce coefficient.

M. Amiot fait remarquer qu'il a signalé ce point de vue, mais il n'en est pas moins vrai que les coefficients fournissent des éléments de comparaison excellents quand il s'agit de chemins de fer placés dans des conditions semblables, et surtout d'une même ligne à des époques différentes.

M. de Lamansky, conseiller privé, directeur de l'administration du chemin de fer de la Baltique, voudrait que l'on comparât les lignes en les réunissant par groupes formés chacun de lignes ayant à peu près mêmes recettes kilométriques.

M. Amiot croit que cette observation est juste, mais encore ne faudrait-il pas comparer deux lignes de mêmes recettes situées dans des pays dont les taxes sont très différentes.

M. Heusler indique un autre élément dont il faut tenir compte. La ligne du Gothard a un prix de revient

moindre, malgré des pentes de 26 à 27 millimètres, que le Central suisse avec des pentes de 10 millimètres. Cela tient à ce que le Gothard fait des transports par trains complets de Lucerne à Chiasso, tandis que le Central suisse a des gares très coûteuses et doit faire des manœuvres de formation de trains fréquentes pendant le transport.

M. le président Salow fait observer qu'il y a encore un autre élément à considérer : la répartition des transports entre les deux directions de la ligne.

Conclusions. — Conformément à la proposition de M. Salow, les conclusions suivantes ont été adoptées :

« Le Congrès a examiné avec intérêt les renseignements fournis par les administrations qui ont répondu au formulaire. »

QUESTION XXXIV

Largeur de la voie des chemins de fer économiques.

A. Quelle est la largeur de la voie la plus convenable pour les chemins de fer économiques dans les divers cas (1m,44, 1m,00, 0m,75 ou 0m,60) ? Quelles sont les circonstances et les considérations qui doivent faire préférer une largeur déterminée ? Existe-t-il des expériences suffisantes à ce sujet ?

B. Quel peut être le rayon minimum des courbes suivant l'écartement adopté et suivant les moyens employés pour passer dans ces courbes ?

C. Quelles sont les différences constatées dans les frais d'entretien des différents types de voie suivant l'écartement adopté ? Cet entretien est-il affecté par la proportion entre la largeur des véhicules et la largeur de la voie ?

Exposé. — L'exposé a été fait par M. E. Radice, ingénieur directeur de la construction des chemins de fer du Tessin.

Après avoir présenté l'historique des premiers chemins de fer construits à voie étroite et le mouvement d'opinion qui s'est produit en France en faveur de la voie à écartement réduit, M. Radice réfute les objections des partisans de la voie normale.

Il montre par l'exemple des lignes du Festiniog, d'Anvers à Gand et de la Bosnie, que la voie étroite peut suffire à des transports très importants. S'il est vrai que les frais d'exploitation augmentent quand la largeur de la voie diminue, dans le cas où les trains sont nombreux et chargés, on ne peut pas conclure de là que l'exploitation des lignes à voie étroite est nécessairement plus chère que celle des lignes à voie normale, parce qu'en général leur trafic est faible.

Il est vrai également que les chemins de fer à voie étroite ne permettent pas l'échange du matériel avec les grandes lignes et imposent le transbordement des marchandises et des voyageurs. Seulement ces objections ne s'appliquent qu'aux lignes reliées à des chemins à voie normale, et d'ailleurs le matériel léger et économique des lignes secondaires ne pourrait pas le plus souvent circuler sans inconvénients dans les trains de la grande ligne. Le transbordement des voyageurs serait donc inévitable aussi bien que celui des marchandises qui ne sont pas expédiées par wagons complets. En outre les frais de transbordement sont faibles, de sorte que l'économie à réaliser sur cet article est facilement compensée par une économie des frais de premier établissement.

La construction, d'après M. Wurmb, coûterait moitié moins avec la voie de $0^m,75$ qu'avec la voie de $1^m,44$.

Une économie sérieuse peut aussi être réalisée sur le matériel roulant à cause de la légèreté qu'on peut lui donner et de la réduction qui s'ensuit pour le poids mort. De là résulte encore une diminution des frais de traction et des dépenses d'entretien de la voie.

Étant admis qu'il y a intérêt à faire des lignes à moins de $1^m,44$ d'écartement, quelles sont les largeurs à admettre? On a reproché à la voie de $0^m,60$ de manquer de stabilité et de se prêter mal à certains transports, ceux de bestiaux par exemple. Mais d'un autre côté cette

voie peut pénétrer dans tous les endroits où une charrette peut circuler, et des dispositions convenables des wagons combinées avec une faible vitesse permettent les chargements de gros bestiaux.

M. Radice conclut que la voie de 1 mètre convient pour les lignes isolées et pour les réseaux secondaires destinés à desservir un trafic de 5.000 à 15.000 francs par kilomètre, ou encore pour les lignes qui doivent faire face à un trafic plus important dans un pays de montagnes et dans des conditions difficiles.

La voie de 0m,60 est préférable dans les régions pauvres, à trafic limité, pour les lignes dont le trafic ne pourra pas dépasser 8.000 francs par kilomètre et qui devront être construites en pays accidentés.

Il ne paraît pas utile, sauf dans des cas spéciaux, de donner à la voie d'autres largeurs, parce qu'une économie notable ne peut résulter que d'une différence assez grande dans la largeur de voie.

En annexe au rapport est reproduite la discussion sur la largeur des voies qui a eu lieu dans les assemblées générales de l'Union internationale permanente des tramways.

Discussion. — Aux objections faites à la voie étroite d'obliger à réduire beaucoup la vitesse des trains, M. Moïse, ingénieur en chef de la construction des chemins de fer de l'Ouest, a répondu en citant le réseau de Bretagne à voie de 1 mètre; ce réseau a une étendue de 350 kilomètres; il avait été d'abord étudié à voie normale. On s'est décidé à le construire à voie étroite, ce qui a procuré une économie de 40 à 50 p. 100. On compte que les trains marcheront à des vitesses de 40, 50 et même 60 kilomètres à l'heure.

M. de Svientzitzky déclare que, dans le nouveau règlement projeté pour les lignes à voie étroite en Russie,

la vitesse des trains est limitée à 25 kilomètres; ce chiffre n'a d'ailleurs pas encore été arrêté définitivement. Il pense que l'on pourrait admettre des vitesses maxima de 30, 40 et 55 kilomètres à l'heure pour les voies de $0^m,60$, $0^m,75$ et 1 mètre. La voie de $0^m,75$ lui paraît convenir dans bien des cas; il cite à l'appui de cette opinion les lignes de Bosnie et celles des Andes.

M. Level réclame une liberté absolue dans le choix de la largeur de voie. Il soutient que la vitesse des trains est indépendante de l'écartement des rails.

M. Duportal croit que la largeur de la voie doit être déterminée d'après l'économie que l'on veut mettre dans la construction; une voie de $0^m,60$ suffit pour transporter des voyageurs ou de faibles poids; celle de 1 mètre est indispensable, à son avis, pour une bonne exploitation; elle est convenable pour les courbes de 100 mètres de rayon qui sont en rapport avec le relief le plus habituel de la surface de la terre. La question de vitesse n'a pas d'importance pour les lignes secondaires; la largeur de la voie doit dépendre de la nature des transports à effectuer, sans dépasser d'ailleurs la limite maxima de 1 mètre.

M. Gotteland, directeur du contrôle des chemins de fer en Grèce, fait observer que, dans les pays où la voie de 1 mètre est la grande voie, on ne peut pas frapper d'exclusion la voie de $0^m,60$, et que, d'autre part, dans ces pays on est obligé de se préoccuper de la question de vitesse; ce qu'il faut, c'est adopter dans chaque cas le type de voie susceptible de produire les résultats que l'on veut obtenir, avec la plus grande économie possible. Il voudrait que l'on déterminât les conditions de vitesse des trains (50^{km}) et de poids des rails (25^k), les plus convenables pour la voie de 1 mètre.

Ces dernières questions n'ont pas paru rentrer dans le cadre du sujet mis en discussion; on les a laissées de

côté; la section s'est montrée favorable à l'idée qu'il vaut mieux ne pas multiplier le nombre des types de voies, sans vouloir cependant en exclure aucun, et le secrétaire a été invité à rédiger des conclusions dans ce sens.

Conclusions. — La rédaction proposée par M. Lebrun a été acceptée par la section et votée par le Congrès :

« Il y a intérêt, pour favoriser le développement des « chemins de fer économiques, à laisser la plus grande « liberté dans le choix de la largeur de la voie. Tout « écartement de voie peut convenir, suivant les circon- « stances locales ; c'est une question à résoudre dans « chaque cas particulier, en tenant compte des conditions « spéciales des pays à traverser, de la nature et de « l'importance du trafic à desservir, justifiant un entre- « tien plus ou moins dispendieux.

« Il y a également intérêt de s'en tenir à quelques « types déterminés que la pratique a déjà sanctionnés.

« Les 4 types industriels de $1^m,44$, $1^m,00$, $0^m,75$, $0^m,60$, « sont les seuls qui devraient être recommandés.

QUESTION XXXV

Traction à vapeur des chemins de fer économiques.

Quels sont les moyens pratiques employés jusqu'à ce jour pour parer aux inconvénients de la traction à vapeur dans les agglomérations ?

Exposé. — L'exposé a été fait par M. P. Amoretti, directeur des tramways à vapeur de la province de Turin.

M. Amoretti a un peu généralisé la question. Il a examiné d'une part les inconvénients produits par le passage des locomotives ordinaires à foyer, d'autre part les inconvénients dus au passage des trains.

A) Les inconvénients des locomotives proviennent de

l'appareil de vaporisation et du mécanisme. On exige en France et en Belgique que les locomotives ne répandent ni odeur, ni fumée, ni eau, ni flammèches. Les dangers dus aux flammèches et aux escarbilles sont très faibles; on peut y parer en fermant les cendriers et en installant des grilles au-dessus des tubes dans la boîte à fumée ; il est bon, dans ce cas, de placer ces grilles à la partie supérieure de la cheminée, non pas qu'elle soient plus efficaces en ce point, mais parce que la vue de ces appareils inspire plus de confiance au public. Un capuchon qui rabat les flammèches autour de la machine présente aussi des avantages.

L'emploi du coke fait disparaître la fumée colorée; mais il exige des foyers en cuivre et, ce qui est plus grave peut-être, le coke dégage presque toujours en brûlant des quantités d'acide sulfureux suffisantes pour gêner les voyageurs et les riverains du chemin de fer.

Le seul moyen de supprimer les jets de vapeur dans l'air est d'établir des condensateurs; on peut atténuer l'inconvénient au moyen de brise-décharge dans lesquels aboutissent les tuyaux d'échappement des cylindres et ceux des purgeurs; la vapeur s'écoule alors d'une manière continue par la cheminée, mais on a une contre-pression assez forte dans les cylindres.

Le mécanisme est susceptible d'effrayer les animaux: on l'enferme dans des bacs en tôle qui empêchent l'huile et les graisses de tomber sur la voie publique, et qui ont en outre l'avantage de mettre le mouvement à l'abri de la poussière et des chocs.

B) L'inconvénient du passage des trains dans les agglomérations est de créer une cause de danger pour les piétons, les voitures et les bestiaux. Aussi les cahiers des charges exigent-ils la limitation de vitesse des trains dans les villes et villages, souvent même le pilotage par un agent marchant à 20 ou 25 mètres en avant du train.

Or à Sneek, en Hollande, on a constaté trois accidents pour 4.000 trains pilotés, tandis que dans des localités voisines 20.000 trains non pilotés n'ont causé aucun accident. A Bolsward, 26.000 trains étaient passés sans encombre lorsque l'on a eu l'idée d'établir le pilotage; depuis cette époque on a eu deux accidents pour 3.000 trains. Le pilotage semble donc nuisible, sans doute parce que le pilote ne sert à rien quand il marche trop loin devant la machine; quand il en est rapproché, il songe surtout à se garer, tandis que les agents du train et le public comptent sur son intervention.

Les freins continus sont utiles, mais ne paraissent pas nécessaires. Il en est de même des signaux fixes.

M. Amoretti a donné à la section quelques autres renseignements qui n'avaient pas trouvé place dans son rapport. Il a signalé un type de chaudière décrit dans la *Revue technologique*. Cette chaudière, analogue à celle de la compagnie de l'Est français, est timbrée à 15 atmosphères et la vapeur arrive dans les cylindres à 12 atmosphères de pression. La masse d'eau est considérable, de sorte que l'on peut traverser les villes sur une grande longueur sans charger le feu.

En Italie les règlements imposaient l'emploi du condensateur aux machines de tramways; on a renoncé maintenant à cette exigence, ce qui montre le peu d'inconvénients qu'offre l'échappement de la vapeur.

Discussion. — M. Rigoni signale un appareil spécial employé sur la Süd-Bahn, et qui permet de brûler des tourbes sans qu'il se produise de projections d'escarbilles; il aurait désiré obtenir des renseignements sur ses dispositions; mais aucun membre de la section ne peut en donner la description.

M. Amoretti fait remarquer qu'en Italie on est beaucoup plus sévère pour les tramways que pour les ma-

chines employées par les services publics ou par le génie militaire; il insiste sur la nécessité de tâcher d'obtenir que les chemins de fer économiques soient mis à même de pouvoir exploiter dans les conditions les moins onéreuses possible.

A propos des condensateurs, un membre fait observer que, dans certaines localités où l'eau de bonne qualité manque, ces appareils peuvent rendre des services en permettant de faire rentrer dans la chaudière l'eau de condensation des cylindres.

Conclusions. — Après cet échange d'observations, les conclusions suivantes ont été votées par la section ; elles ont été adoptées sans discussion en séance plénière :

« Les inconvénients que l'on attribue au passage des « locomotives dans les agglomérations en ce qui con- « cerne l'échappement de la fumée, le bruit de la dé- « charge des cylindres, le panache de la vapeur, l'écou- « lement d'eau et de matières grasses sur la voie, peuvent « être atténués par les moyens dont on dispose, en « tenant compte des exigences du public, qui sont de « moins en moins vives.

« Pour les dangers résultant du mécanisme, l'emploi « d'enveloppes extérieures donne entière satisfaction.

« Quant aux conséquences du passage des locomotives « dans les agglomérations, qui avait donné lieu à des « mesures spéciales de sécurité, telles que le pilotage, « il est reconnu qu'il est superflu d'y recourir et que « l'observation stricte des règlements par le mécanicien « offre des garanties de sécurité suffisantes. »

QUESTION XXXVI

Matériel roulant des chemins de fer économiques.

A. Quelles sont les meilleures relations à adopter entre la largeur de la

caisse des véhicules des chemins de fer économiques et la largeur de la voie ?

B. Quelles sont les meilleures dispositions à rechercher pour le matériel roulant, quant au nombre de places et au confort à offrir aux voyageurs ?

C. Quelles sont, pour les voitures et wagons, les relations actuelles entre le poids mort et la charge ?

D. Quels sont les systèmes d'attelage qui ont donné les meilleurs résultats ?

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Rigoni, ingénieur, membre du Comité de l' « Associazione tramviaria italiana ».

Le rapport de la largeur des véhicules à la largeur de la voie est d'autant plus grand que la voie est plus étroite. Pour une série de compagnies, on a relevé les rapports ci-après :

2,63	pour voies de	$0^m,74$;
2,31 à 2,52	—	$0^m,95$;
1,90 à 2,55	—	$1^m,00$;
1,81 à 1,87	—	$1^m,067$ et $1^m,14$;
1,38 à 2,13	—	$1^m,44$.

Mais les rapports les plus convenables paraissent être 2,60 pour la voie de $0^m,75$; 2,30 pour les voies de $0^m,95$ à $1^m,10$; 1,80 pour la voie normale.

Avec des voitures très étroites, il faut disposer les banquettes dans le sens de la longueur ; quand la largeur le permet, il est préférable de mettre les banquettes en travers, on utilise ainsi mieux l'espace. La surface de plancher par voyageur debout sur les plateformes varie de $0^{m2},15$ à $0^{m2},21$. Celle de plancher par voyageur assis, couloirs compris, varie de $0^{m2},24$ à $0^{m2},57$. Pour que les voyageurs soient bien installés, il faut adopter une surface moyenne de $0^{m2},45$ par place.

Le poids mort des voitures par voyageur varie de 47 kilogrammes à 186 kilogrammes en supposant les voitures au complet. Si l'on prend pour unité le mètre carré de plancher, on trouve de 210 kilogrammes à 400 kilogrammes.

Les wagons à marchandises couverts ont un poids mort de 400 kilogrammes à 773 kilogrammes par tonne de charge. Pour les wagons plats, le poids mort est de 312 kilogrammes à 620 kilogrammes; mais, en général, le poids mort ne dépasse pas 500 kilogrammes à 550 kilogrammes pour les wagons du premier type et 400 kilogrammes à 450 kilogrammes pour ceux du second.

L'attelage doit satisfaire aux conditions suivantes :

Ne pas nuire à la stabilité du train en marche, permettre une exécution facile et rapide des manœuvres d'attelages, ne pas faire courir de dangers au personnel chargé de ces manœuvres.

Au premier point de vue, il faudrait relier les véhicules par une articulation centrale sans tampons, ou par une articulation très courte permettant le serrage à fond d'un tamponnement central.

En pratique, ce desideratum est difficile à réaliser et on a imaginé diverses dispositions pour rendre les tampons solidaires entre eux et, dans une certaine mesure, avec le tendeur.

Discussion. — *Littera* A. — Une discussion assez longue s'est engagée sur la valeur à attribuer au coefficient qui exprime le rapport entre la largeur du véhicule et celle de la voie. Quelques membres estimaient que le rapport de 3 à 1 pouvait présenter des inconvénients au point de vue de la stabilité.

M. Grille a répondu qu'à Tunis, ce rapport était atteint sur le chemin de fer de la Goulette, et bien qu'à certains moments, pour se garer du soleil, tous les voyageurs se portent d'un même côté, jamais aucun accident ne s'est produit.

Littera B. — Pas d'observations.

Littera C. — M. Rigoni recommande d'exploiter les lignes à faible trafic des grands réseaux comme les che-

mins de fer économiques avec un matériel léger; et il préfere, surtout pour les lignes sinueuses, les bogies à un essieu aux bogies à deux essieux.

M. Lebrun reproche au matériel muni de bogies à deux essieux d'être trop lourd.

M. Level est, au contraire, partisan des voitures avec bogies à deux essieux, qui ont bien plus de stabilité et ne sont pas plus lourdes que les autres par place assise.

M. Betim Paes Lame, chef de la commission du ministère des travaux publics du Brésil, déclare avoir aussi reconnu au Brésil l'inconvénient des bogies à un essieu.

Il paraît résulter de la discussion qu'à poids égal les deux systèmes de bogies se valent, et que, dans certains cas, les essieux fixes peuvent même être préférables.

Littera D. — Le système d'attelage à tampon central est regardé par la majorité des membres de la section comme le meilleur pour le matériel des chemins de fer économiques.

M. Level cite les résultats qu'il a lui-même constatés sur la ligne de Christiania, où un sytème d'attelage de ce genre est employé. A la vitesse de 53 kilomètres à l'heure maintenue sur de longs parcours on ne ressentait dans les trains aucune secousse; la voie était à 1 mètre d'écartement.

La section a adopté des conclusions qui ont provoqué quelques objections en séance plénière.

M. Duportal trouvait trop élevé le rapport de 3 à 1 entre la largeur des voitures et celle de la voie.

M. Kerbedz a fait observer que sur le chemin de fer du Festiniog, où ce rapport est de 3,5, la vitesse des trains atteint 50 kilomètres à l'heure.

MM. Level et Rigoni insistent pour le maintien du rapport de 3 à 1 qui ne peut présenter d'inconvénients, sauf dans des cas particuliers, par exemple dans les pays où les vents sont très violents.

Conclusions. — Après cet échange d'observations, le Congrès a accepté les conclusions de la section ainsi conçues :

A. « Relation entre la largeur de la caisse des véhi-
« cules et la largeur de la voie :

« Le rapport de 3 à 1 n'est pas de nature à compro-
« mettre la sécurité, pour autant que le gabarit ne s'y
« oppose pas, en tenant compte, toutefois, des con-
« ditions de la hauteur du centre de gravité et de la
« vitesse.

B. « Dispositions quant au nombre de places et au
« confort à offrir aux voyageurs :

« La distribution des voyageurs dans les voitures est
« variable en raison :

1) « Des habitudes du pays et, par conséquent, des
« exigences des différentes classes de voyageurs qu'on
« a à transporter.

2) « De la quantité et de l'espèce du trafic, ainsi que
« de la largeur qu'on peut donner aux véhicules :

C. « Relation entre le poids mort et la charge.

« Les voitures à bogies à grande capacité à un ou à
« deux essieux sont recommandées, mais il convient de
« faire des réserves quant à leur supériorité sur les es-
« sieux fixes dans certains cas particuliers qui néces-
« sitent l'emploi de voitures à capacité réduite.

D. « Systèmes d'attelage :

« L'attelage connexe à un tampon central est à re-
« commander dans la construction du matériel des che-
« mins de fer économiques. »

QUESTION XXXVII[A]

Modes spéciaux de traction.

Quels sont, depuis la dernière session du Congrès, les résultats obtenus en ce qui concerne les divers modes spéciaux de traction, et notamment en ce qui concerne la traction électrique?

Étudier les progrès de l'électricité comme moteur au point de vue technique, pratique et économique.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. E. Gérard, ingénieur principal au ministère des chemins de fer de Belgique.

Le rendement des divers modes spéciaux de traction : câble, eau, électricité, air, a été évalué en 1883, par M. A. Berenger, dans son ouvrage sur la comparaison des prix des moyens de transport mécanique de la force.

Mais à mesure que des perfectionnements ont été apportés aux appareils, les rendements ont changé.

M. Gérard s'est proposé en conséquence de faire connaître, à propos de chaque mode de transport, ce qu'ont coûté pour leur construction et ce que coûtent pour leur exploitation diverses installations.

a_1) La traction par câble télédynamique à mouvement alternatif n'est appliquée qu'à des funiculaires ; elle est très coûteuse de frais de premier établissement et les frais de traction sont faibles (Lyon-Fourvières, Lausanne-Ouchy).

a_2) Les câbles à mouvement continu conviennent pour les profils peu accidentés, les tramways de ville, par exemple (Chicago, New-York, Birmingham).

Le câble se meut dans un caniveau à rainure; il est guidé par des poulies et un grip vient le saisir. La vitesse de translation est de 9 à 15 kilomètres à l'heure.

b_1) La traction électrique par transmision du courant au moyen de conducteurs aériens peut se faire avec double tube (Francfort à Offenbach, Vevey à Montreux); avec double fil, système désigné aux États-Unis sous le nom de Double Trolley system; avec simple tube et retour du courant par les rails (Clermont-Ferrand à Royat); avec simple fil, Single wire system des américains (Boston, Sissach-Gelterkinden).

c_1) Le conducteur peut être placé au niveau des rails

comme sur la ligne de Bessbrook à Newry et celle de Portrush ; il faut alors une plate-forme spéciale pour la voie, et le conducteur isolé est placé entre les rails.

d_1) Le conducteur isolé peut se trouver dans un chenal à rainure établi sous la plate-forme des rails. A Blackpool, il se compose de deux conducteurs parallèles entre lesquels glisse une pièce qui, passant par la rainure, met les conducteurs en communication avec le moteur placé sur la voiture. Un système analogue existe à Buda-Pesth.

e_1) Au lieu de transmettre le courant par des conducteurs régnant sur toute la longueur de la ligne, on peut munir le moteur d'accumulateurs. Ce système est employé à Birmingham.

f_1) La force motrice accumulée sous forme d'eau surchauffée constitue le système bien connu des appareils Franck.

g_1) Enfin, dans le système Mékarski, on utilise de l'air comprimé à 30 atmosphères, qui passe par un détendeur de pression et se réchauffe dans un réservoir d'eau chaude avant d'arriver aux cylindres (Tramways de Nantes).

Nous n'avons pas cherché à résumer dans un tableau les données du rapport relatives au coût de la construction et de l'exploitation des lignes citées, parce que les chiffres sont peu comparables en raison de la différence des conditions d'établissement.

Nous indiquerons seulement le prix très élevé de premier établissement des lignes à câbles à mouvement alternatif, 3.500.000 francs à Fourvières pour 820 mètres, 1 million de francs en moyenne par kilomètre en Suisse.

M. Radice signale le rôle que l'électricité pourra jouer dans la réalisation de très grandes vitesses sur les chemins de fer. Il cite à ce propos, la locomotive Heil-

mann qui mettrait en mouvement une dynamo destinée à actionner un appareil électro-moteur pour chaque essieu.

Dans une annexe au rapport se trouve l'extrait d'un travail lu à la Street Railway Association, en 1891, à Pittsburg. On y trouve, pour un certain nombre de lignes de tramways dont la dénomination exacte n'est d'ailleurs pas donnée, le coût total des frais d'exploitation, exprimé en centimes, par voiture ou train kilomètre.

Le nombre moyen de voitures par train varie, dans les lignes exploitées par traction mécanique, de 1,5 à 3.2. Le nombre des places disponibles est de 20 à 55 par voiture.

MODE DE TRACTION	DÉPENSE TOTALE d'exploitation par voiture ou train-kilomètre	LIGNE
	centimes	
Traction par chevaux	34.6 à 38,7	Russie.
Id.	33,98 à 43,5	Italie.
Id.	52.83	Angleterre.
Id.	62,06	Espagne.
Id.	35,79	Hollande.
Id.	43,58 à 65,3	Autriche.
Traction à vapeur	51.3	France.
Id.	86,8 à 92,2	Italie.
Id.	56,39	Hollande.
Traction électrique	29,01	Offenbach.
Id.	66,86	Birmingham.
Traction par câble continu	47,05	Birmingham.

Discussion. — M. Bonneau donne quelques détails sur les études qui se poursuivent à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée en vue de l'application de l'électricité aux locomotives. Il pense que ce système permettra d'atteindre des vitesses plus grandes et offrira moins de danger que les locomotives actuelles. Le premier projet est celui d'une machine pouvant donner 1.200 chevaux de

force et une vitesse de 110 kilomètres, la force étant fournie par des accumulateurs.

On s'attend, d'ailleurs, à une légère augmentation des frais de traction.

Quelques renseignements complémentaires ont encore été fournis à la section au sujet de l'utilisation des forces naturelles à la traction des voitures sur voie ferrée.

Conclusions. — Les conclusions suivantes ont été adoptées par la section et en séance plénière :

« Depuis la dernière session, aucun système spécial « de traction n'a été abandonné. Plusieurs d'entre eux « se sont développés, et sous ce rapport la traction élec- « trique a fait de notables progrès, tendant à quitter le « champ des tramways et des lignes secondaires pour « s'étendre à toute espèce de railways.

« Sous le rapport de la traction, du transport et de la « distribution de la force motrice, il est d'un haut intérêt « pour le Congrès de suivre les phases par lesquelles « passent les applications de l'électricité. »

QUESTION XXXVII B

Modes spéciaux de traction.

Quels sont les résultats obtenus par l'emploi de vélocipèdes ?

Exposé. — L'exposé a été fait par M. Weissenbruch, ingénieur au ministère des chemins de fer de Belgique.

On désigne sous le nom de draisines en Allemagne, de hand-cars en Angleterre, des wagonnets légers qui sont utilisés pour les tournées d'inspection de certains agents de la voie. Ils sont généralement à quatre roues et le mouvement est produit au moyen de bielles actionnées pas des leviers mus à la main.

Les draisines à balancier (à bascule) et à levier pèsent 633 kilogrammes et portent 4 à 6 personnes, non compris 4 hommes pour la manœuvre. Ces hommes, suivant les types de wagonnets, sont debout ou assis; le levier de manœuvre est vertical dans sa position moyenne.

Dans le type Bathgeber adopté par la compagnie Bône-Guelma, on a substitué le fer au bois pour la construction des bâtis; l'addition de ressorts a rendu le roulement plus doux et fait disparaître des chocs préjudiciables à la conservation du véhicule. Un frein énergique à ruban a été installé; l'appareil ainsi modifié pèse 600 kilogrammes et peut porter 10 hommes; un effort de $12^{k},500$ sur le levier du frein arrête la draisine lancée à une vitesse de 30 kilomètres à l'heure sur un parcours de 14 mètres avec un rail sec ou de $23^{m},50$ avec un rail humide.

Les draisines à manivelles et à engrenages sont employées sur les chemins de fer Hollandais et Russes.

Les draisines à manivelles et à poulies ou à roues de friction sont moins bruyantes et un peu plus légères; celle qui est adoptée sur la ligne du Transcaucase (prince Neswitzky) peut porter 8 hommes, dont 2 manœuvres, et pèse 350 kilogrammes.

Les draisines à leviers et à engrenages ont la position moyenne du levier moteur, tantôt verticale, tantôt horizontale. Dans tous les cas le levier oscille dans un plan vertical parallèle à l'axe de la voie.

Les chemins de fer de l'État Belge ont essayé le type américain Kalamazoo, dont le levier est horizontal et se manœuvre par conséquent comme celui d'une pompe à incendie. Cette disposition est beaucoup plus commode pour la manœuvre, et le poids des appareils n'est que de 220 à 240 kilogrammes pour 2 à 4 manœuvres et 2 à 6 passagers.

Enfin la draisine construite par la Courtright manufacturing Company de Detroit a ses roues mises en mouve-

ment par une chaîne qui passe sur une roue dentée; celle-ci est actionnée par un levier d'une disposition très originale, impossible à décrire sans figure.

Quelques chemins de fer donnent aux piqueurs pour leurs tournées des draisines à 4 roues qui ne pèsent que 135 à 140 kilogrammes et qui peuvent porter de 2 à 3 hommes dont 1 pour la manœuvre.

Les appareils dont il vient d'être question sont mis en mouvement avec les mains. Les appareils mus à l'aide des pieds sont désignés sous le nom de vélocipèdes.

Tantôt les vélocipèdes sont à 4 roues (Fiebrandt, Kalamazoo avec roues de sécurité), tantôt ils n'ont que trois roues (Sheffield, Kalamazoo).

Le ou les vélocipédistes sont placés au-dessus du rail qui porte deux des roues dans les modèles Sheffield n° 1 et n° 3; les deux opérateurs sont de part et d'autre de ce rail dans le modèle Sheffield n° 4, ou de part et d'autre de l'axe de la voie dans le modèle Kalamazoo n° 1.

Les Sheffield n° 1, 2, 3, 4, pèsent respectivement 64^{kg}, 64^{kg}, 79^{kg}, 81^{kg}. Les Kalamazoo n° 1, 2 pèsent 62^{kg}, 69^{kg}; l'appareil avec roue de sûreté peut ne pas dépasser le poids de 69 kilogrammes.

En réalité, pour donner le mouvement aux vélocipèdes, l'ancien modèle Fiebrandt étant excepté, on se sert autant des mains agissant sur un levier à position moyenne verticale que des pieds. L'opérateur est toujours assis.

Après avoir ainsi passé en revue les différents types d'appareils, M. Weissenbruch signale les difficultés que rencontre l'emploi de ces appareils, en France notamment, où quelques compagnies ne paraissent même pas désirer une modification des règlements qui leur permette d'utiliser les draisines comme cela se fait en Belgique, en Russie et en Autriche.

Il décrit encore une sorte de bicyclette à deux roues

placées l'une derrière l'autre et supportant un tablier horizontal sur lequel on peut placer des rails. Un levier horizontal disposé perpendiculairement à la voie et relié au tablier par un montant vertical est maintenu en équilibre par deux ouvriers, quand les roues sont placées sur un rail; les ouvriers se mettent l'un à droite, l'autre à gauche du rail, qui sur les lignes à double voie doit toujours être le rail extérieur. Ils peuvent ainsi transporter facilement des poids très lourds, dix traverses par exemple ou deux rails. Cet appareil, désigné sous le nom de Maderon, est employé sur le chemin de fer du Nord empereur Ferdinand. Pour dégager la voie, il suffit de lâcher le levier; tout l'appareil bascule sur le côté de la voie.

Nous citerons encore les wagonnets de service des chemins de fer de l'État danois que l'on fait avancer au moyen de bielles.

M. Weissenbruch a donné des détails sur l'emploi des vélocipèdes pour assurer le service des dépêches aux heures où la circulation d'un train ne serait pas justifiée. L'expérience a très bien réussi en France sur la ligne du Crotoy à Noyelles.

Enfin il termine son rapport par quelques indications sur des voitures d'inspection munies de moteurs à vapeur ou à pétrole, qui n'ont pas encore été soumises au contrôle de l'expérience.

Discussion. — M. Pol-Lefèvre demande des renseignements sur la réglementation appliquée à ces divers appareils; on pourrait assimiler les draisines aux lorrys de la voie, mais les draisines à moteur mécanique et les vélocipèdes devraient être regardés comme des trains à cause de leur vitesse de marche.

M. Weissenbruch a reproduit avec quelque développements les explications contenues dans son rapport.

Les conclusions ont donné lieu à une observation; M. Bouissou demande que l'on n'indique pas les modèles américains de draisines comme préférables aux autres, et que l'on supprime le paragraphe dans lequel il est dit que les draisines doivent être recommandées pour des motifs d'humanité parce qu'elles préservent les ouvriers de maladies graves de cœur et de poitrine. Sur ce dernier point, auquel M. Weissenbruch attachait de l'importance, M. Kowalski a proposé une rédaction atténuée qui a été acceptée.

Conclusions. — Les conclusions du rapporteur ont été adoptées avec les modifications ci-dessus indiquées et deux petits changements de forme sans importance; elles ont été approuvées en séance plénière dans les termes suivants :

« **Draisines.** — Les wagonnets de service mus au moyen « de manivelles ou de pédales et construits d'une manière « simple, robuste et légère, peuvent rendre de réels « services pour faciliter l'inspection des voies et le « service des hommes d'équipe au point de vue écono- « mique comme au point de vue de l'hygiène du per- « sonnel.

« Il est donc désirable de tenter l'essai de ces véhi- « cules et, le cas échéant, de reviser les règlements du « service de la voie de manière à en faciliter l'usage.

« **Vélocipèdes.** — Les véhicules légers à 3 ou à 4 roues, « mus au moyen des pieds ou des mains et pouvant « transporter 1 ou 2 hommes, peuvent être utiles pour « l'inspection des équipes par les piqueurs ou chefs de « districts, et pour se rendre rapidement sur certains « points en cas d'accidents. Leur emploi se recommande « spécialement pour les lignes secondaires exploitées « économiquement et pour les sections des lignes prin- « cipales ayant une certaine étendue et n'offrant pas de « trop fortes déclivités.

« Il est désirable de rechercher un type facilement
« transportable dans les fourgons des trains et utilisant
« autant que possible la force des pieds par des pédales
« actionnées dans le sens vertical comme les bicyclettes
« de routes, plutôt que la force des bras à la façon des
« rameurs.

« **Draisines à vapeur.** — Il serait désirable de recher-
« cher si des draisines mues par moteur mécanique ne
« pourraient être employées utilement afin d'arriver à
« réduire le nombre des trains spéciaux pour l'inspec-
« tion des voies.

« **Service de la poste.** — Dans certains cas, particuliè-
« rement sur les lignes à faible trafic, des draisines ou
« des vélocipèdes spécialement appropriés peuvent uti-
« lement être employés pour le transport des dépêches
« postales, afin d'arriver soit à la suppression de trains-
« poste onéreux, soit à l'établissement de nouvelles rela-
« tions.

« Une draisine mue par moteur mécanique et ne pe-
« sant pas plus de 500 kilogrammes en ordre de marche
« pourrait rendre des services pour cette application
« lorsque le poids des dépêches est un peu considé-
« rable. »

QUESTION XXXVIII

Administration des chemins de fer économiques.

Pour les lignes économiques qui appartiennent à une Compagnie propriétaire de plusieurs lignes ou à une Compagnie exploitant des lignes de premier ordre, quel est le système d'administration à adopter (administration centralisée, administrations distinctes, affermage)?

Indiquer quels sont les systèmes appliqués dans les divers pays et discuter les résultats obtenus.

Exposé. — Le rapport a été fait par MM. E. Level, directeur de la Société générale des chemins de fer économiques français, et Cossmann, ingénieur, chef du ser-

vice technique de l'exploitation des chemins du Nord français.

Les administrations des lignes secondaires peuvent se diviser en deux classes, celles qui exploitent uniquement des lignes secondaires et celles qui exploitent à la fois des lignes principales et des lignes secondaires. Les administrations qui ne possèdent que des lignes secondaires sont organisées différemment suivant la nature et les dispositions de leur réseau.

a) Quand il s'agit d'un réseau unique soumis à un cahier des charges et à une convention uniques, un ingénieur directeur doit concentrer tous les services.

b) Quand les lignes sont soumises à des régimes différents, on peut adopter l'une des quatre combinaisons suivantes :

I. Les compagnies ont chacune leur conseil d'administration, mais un seul directeur commun (Enghien à Montmorency, Achiet à Bapaume, etc., etc.).

II. L'exploitation d'une ligne est affermée à une autre compagnie secondaire. Dans ce cas les recettes sont distinctes, les dépenses sont partagées au prorata des kilomètres de trains et la compagnie exploitante prélève un quantum des recettes.

III. La même compagnie exploite des réseaux soumis à des conventions différentes ; chaque réseau a son chef d'exploitation qui concentre les services techniques et traite les affaires commerciales. L'administration centrale s'occupe de la comptabilité générale, des tarifs, du contentieux (Compagnie des chemins de fer départementaux, Société générale des chemins de fer économiques).

IV. Exploitation par une compagnie secondaire d'une ligne appartenant à une grande compagnie. Les recettes et les dépenses sont au compte de la grande compagnie sans que les dépenses puissent dépasser un certain chiffre par train-kilomètre. Pour stimuler la compagnie exploi-

tante, la grande compagnie lui accorde une partie de l'économie réalisée sur le maximum des dépenses et une part sur la recette nette au-dessus d'un maximum fixé (Société générale des chemins de fer économiques avec le Nord pour la ligne de Noyelles à Saint-Valery, avec l'Ouest pour le réseau breton).

Si nous passons aux administrations qui exploitent à la fois des lignes principales et des lignes secondaires, nous trouvons des exemples de ce système dans les compagnies du Nord et de l'Est français. Les lignes secondaires sont exploitées dans des conditions particulièrement économiques; la comptabilité est simplifiée; la surveillance de la voie est moins active, les trains plus légers comportent un moindre nombre d'agents. En outre, au Nord, on a constitué des ensembles de lignes secondaires exploitées chacune sous la direction immédiate d'un agent local qui jouit d'une certaine autonomie lui permettant de satisfaire plus facilement aux exigences du trafic, tout en tirant un meilleur parti du matériel qu'il est intéressé à rendre le plus tôt possible au grand réseau.

En Angleterre, le Great Northern exploite des lignes secondaires qu'il afferme; il perçoit 50 à 60 p. 100 des recettes pour frais d'exploitation.

Les renseignements dont nous venons de donner un très court résumé ne permettaient pas de formuler des conclusions précises sur les avantages ou les inconvénients des divers systèmes d'administration des lignes secondaires.

Conclusions. — D'accord avec les rapporteurs, la section a proposé de remettre la question à l'ordre du jour pour la prochaine session. Le Congrès s'est rangé au même avis, étant entendu d'ailleurs que le vœu n'était donné qu'à titre d'indication pour la Commission internationale :

« Le Congrès constate que les réponses faites à la « question par les diverses administrations sont incom- « plètes, trop générales, ou portant sur des faits trop « récents qui ne permettent pas de formuler des conclu- « sions sur les avantages ou les inconvénients d'un sys- « tème d'administration unique ou par affermage.

« Le Congrès propose en conséquence de laisser la « question à l'ordre du jour de la prochaine session. »

QUESTION XXXIX

Législation des chemins de fer économiques.

Examen comparatif des législations au point de vue des divers moyens employés par les États ou les provinces pour faciliter l'établissement ou l'exploitation des chemins de fer économiques.

Exposé. — L'exposé a été fait par M. C. Colson, ingénieur des ponts et chaussées, maître des requêtes au conseil d'État de France.

Faute de documents fournis par les administrations de chemins de fer, M. Colson n'a pu qu'indiquer la législation actuellement en vigueur dans différents pays, en utilisant les publications les plus récentes.

La loi du 11 juin 1880 s'applique en France aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways. Au point de vue technique, elle autorise la suppression des clôtures ; au point de vue financier, elle règle le mode et l'importance des subventions de l'État et des autorités locales concédentes.

En Belgique, la Société nationale des chemins de fer vicinaux constitue une sorte d'association entre l'État, les provinces, les communes et, le cas échéant, les particuliers pour la construction des chemins de fer d'intérêt local; les dépenses doivent être couvertes pour les 2/3 par les allocations de l'État, des provinces et des communes ; mais, en fait, l'État ne donne que le 1/4 du ca-

pital, et les 3/4 restant sont à la charge des autorités locales. L'argent coûte 3 1/2 p. 100. Les lignes construites sont affermées par la Société nationale.

En Italie et dans les Pays-Bas, les lignes secondaires ont pris de l'extension sous la forme de chemins de fer sur routes ; leur prospérité tient peut-être à l'absence de législation, qui laisse aux exploitants une grande latitude dans l'organisation du service et l'établissement des tarifs.

En Autriche-Hongrie, on a cherché à alléger les charges fiscales des lignes secondaires et à faciliter l'exploitation. Certaines provinces paraissent vouloir entrer dans la voie des subventions.

En Allemagne les lignes secondaires dépendent en général des réseaux d'État.

En Russie le gouvernement donne des facilités et s'efforce d'encourager l'initiative locale.

Discussion. — M. Colson a donné à la section quelques renseignements sur la nouvelle loi française, actuellement à l'étude, qui réduit le taux de la garantie à 3,75 ou 4 p. 100, oblige le concessionnaire à fournir le quart du capital, interdit les forfaits et fixe un maximum de dépense en accordant au concessionnaire une partie de l'économie réalisée sur ce maximum.

A propos de l'affermage des lignes construites par la Société nationale en Belgique, M. Colson rappelle le mémoire publié sur ce sujet dans les *Annales des Ponts et Chaussées* par M. Considère, mémoire dont il a proposé de simplifier les formules dans un travail publié par les *Annales des mines* (France).

M. Wallaert, administrateur des tramways à vapeur des provinces de Vérone et de Vicence, croit que le rapporteur a un peu exagéré la liberté dont jouiraient en Italie les chemins de fer économiques. Les tramways y

reçoivent des subsides des communes et des provinces; mais on leur impose en échange l'entretien de la route, un minimum de trains, des correspondances à établir avec les grandes lignes, etc., etc.

M. Colson, tout en reconnaissant l'exactitude de cette observation, fait remarquer que les compagnies restent libres de changer dans certaines limites leurs horaires et leurs tarifs.

M. Rigoni déclare qu'on a laissé construire les lignes sans exercer une grande surveillance, mais que, pour l'exploitation, les compagnies n'ont pas grande liberté: elles doivent satisfaire les communes, la province et l'administration supérieure, et seraient très heureuses d'avoir une loi.

M. Winkler, président du comité des chemins de fer du Seethal, dit qu'en Suisse il n'y a pas de législation spéciale pour les chemins de fer sur route, de sorte qu'en cas d'accident les exploitants ont une énorme responsabilité s'ils ne peuvent prouver qu'aucune faute ne leur est imputable. M. Winkler voudrait que le public fût tenu de faire attention, et que la présomption fût contre lui en cas d'accident.

M. Amoretti insiste sur l'avantage qu'il y aurait à réduire les charges fiscales des lignes secondaires, de manière à ne pas rendre nécessaires d'aussi fortes subventions de la part des communes.

M. de Rote, inspecteur général des ponts et chaussées en Belgique, demande que l'on constate la supériorité du système belge, qui permet d'aller le plus loin dans le développement des lignes à faible trafic. En Belgique, on a ainsi construit 1.000 kilomètres, et la dernière année le déficit n'a été que de 56.000 francs.

M. Colson ne pense pas que la solution belge soit parfaite, au point de vue de l'exploitation.

M. Pellegrini, administrateur délégué du chemin de fer

Central et des tramways du Canavese, ne croit pas la solution belge applicable aux pays où l'intérêt de l'argent est élevé. Quant à la responsabilité des compagnies en cas d'accidents, elle ne lui paraît pas devoir être traitée par le Congrès.

M. Piéron rappelle que la loi française autorise des combinaisons donnant à peu près les résultats de la loi belge ; il cite comme exemple les conventions passées entre la compagnie du Nord et des lignes secondaires. Le Nord prête à ces lignes son appui aux points de vue financier et commercial. L'amortissement des obligations a lieu dans le même temps que pour les titres du Nord, c'est-à-dire en soixante ans ; si donc la concession de la ligne secondaire est encore de quatre-vingt-dix ans, la compagnie qui exploite cette ligne jouira pendant les trente dernières années des sommes consacrées jusque-là à l'amortissement.

Conclusions. — Les conclusions proposées par M. Lebrun ont été acceptées par la section avec une légère modification de forme; elles ont été ensuite adoptées sans discussion en séance plénière.

« Le Congrès reconnaît que les situations des divers « pays sont trop différentes pour permettre de formuler « des conclusions générales; il constate qu'en ce qui « concerne la constitution des capitaux et la construc- « tion, la législation belge semble celle qui donne les « meilleurs résultats.

« Le mode d'exploitation reste affaire de réglementa- « tion intérieure, à étudier dans chaque cas particulier, « les systèmes actuels étant encore susceptibles d'amé- « lioration.

« Il estime qu'une législation très libérale, compre- « nant l'atténuation des charges fiscales dans une large « mesure, est une condition essentielle du développement « et de la vitalité des chemins de fer économiques. »

QUESTION XL

Affluents de transports.

Affluents de transports. — Examen des divers moyens employés par les administrations des grandes lignes pour faciliter l'établissement ou l'exploitation des chemins de fer économiques affluents.

Exposé. — M. H. de Backer, directeur général de la Société générale des chemins de fer économiques de Belgique, n'étant pas venu à Saint-Pétersbourg et n'ayant pas envoyé son travail, l'examen de la XLe question a été ajourné.

Si nous avons pu résumer les discussions qui ont eu lieu au sein des sections, nous le devons pour une large part aux ingénieurs qui ont bien voulu faciliter notre tâche soit en nous communiquant leurs notes, soit en nous donnant de vive voix des renseignements sur les séances auxquelles ils avaient assisté. Aussi ne faisons-nous que remplir un devoir en adressant ici nos remerciements à MM. Amiot, Bricka, Chesneau, Clarard, Damas, Debray, Flamache, Herdner, Kerbedz, Lacomblée, Le Chatelier, Moffre, Parent, Pol-Lefèvre, Pontzen, Sabouret, Toulon et Weissgerber.

Novembre 1892.

M. Belpaire, président de la commission internationale du Congrès des chemins de fer est décédé le 27 janvier 1893, à Schaerbeck (Bruxelles).

Nous n'avons pas à parler ici de la part considérable

prise par cet éminent ingénieur aux progrès réalisés depuis cinquante ans dans l'industrie des chemins de fer et surtout dans la construction des locomotives.

Nous nous contenterons de rappeler l'extrême bienveillance dont peuvent témoigner les membres du Congrès qui ont eu recours à lui.

Personnellement, nous avons plus d'une fois mis à contribution son obligeance et nous l'avons toujours trouvé prêt à faire profiter les autres de sa grande expérience.

M. Belpaire laisse à tous ceux qui l'ont connu le souvenir d'un homme aussi remarquable par l'importance de ses travaux comme ingénieur, que par sa bonté et par ses manières simples et aimables.

STATISTIQUE
de l'Industrie minérale de la France.

TABLEAUX COMPARATIFS DE LA PRODUCTION DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX DES FONTES, FERS ET ACIERS, EN 1891 ET EN 1892 (*).

I. — Combustibles minéraux.

PRODUCTION PAR DÉPARTEMENT.

DÉPARTEMENTS	NATURE DU COMBUSTIBLE	PRODUITS 1891	PRODUITS 1892
		tonnes	tonnes
Allier	Houille	978.351	1.012.427
Alpes (Basses-)	Lignite	37.755	31.203
Alpes (Hautes-)	Anthracite	6.604	6.400
Ardèche	Houille et anthracite	55.101	46.849
Aveyron	Houille	1.003.920	921.092
	Lignite	2.995	3.806
Bouches-du-Rhône	Idem	434.276	401.589
Cantal	Houille	72.252	69.274
	Lignite	135	114
Corrèze	Houille	3.858	2.662
Côte-d'Or	Houille et anthracite	15.643	9.942
Creuse	Houille	200.812	211.726
Dordogne	Idem	54	»
	Lignite	270	280
Drôme	Idem	177	566
Gard	Houille	2.137.062	2.035.405
	Lignite	24.643	24.403
Hérault	Houille et anthracite	248.679	208.835
	Lignite	422	318
Isère	Anthracite	191.645	175.320
	Lignite	1.222	1.020
Landes	Idem	54	»
Loire	Houille et anthracite	3.759.710	3.507.598
Loire (Haute-)	Houille	210.074	206.367
Loire-Inférieure	Anthracite	11.825	11.582
Lot	Houille	2.803	2.531
Maine-et-Loire	Anthracite	37.949	25.783
Mayenne	Idem	60.155	56.304
Nièvre	Houille	133.221	137.534
Nord	Houille et anthracite	4.864.793	4.875.964
Pas-de-Calais	Houille	8.620.835	9.823.894
Puy-de-Dôme	Houille et anthracite	244.667	251.993
Pyrénées-Orientales	Lignite	1.721	1.888
Rhône	Houille	48.846	42.214
Saône (Haute-)	Idem	189.898	208.088
	Lignite	9.911	9.648
Saône-et-Loire	Houille et anthracite	1.781.074	1.747.421
Sarthe	Anthracite	11.718	13.111
Savoie	Idem	17.811	18.737
Savoie (Haute-)	Idem	30	36
Sèvres (Deux-)	Houille	19.060	20.914
Tarn	Idem	545.362	387.979
Var	Lignite	1.807	1.776
Vaucluse	Idem	4.885	4.330
Vendée	Houille	27.783	26.061
Vosges	Lignite	3.025	846
Récapitulation	Houille et anthracite	25.501.595	26.064.073
	Lignite	523.298	484.787
Totaux		26.024.893	26.548.860
Augmentation			523.967

(*) Ces tableaux ont été publiés, par ordre de M. le Ministre des Travaux publics, au *Journal officiel* du 9 mars 1893. Les chiffres concernant l'année 1892 sont extraits des états *semestriels* fournis par les Ingénieurs des mines et, par suite, *provisoires;* tandis que la statistique de 1891, résultant du dépouillement des états *annuels*, contient des chiffres *définitifs*.

PRODUCTION PAR BASSIN.

GROUPES GÉOGRAPHIQUES DE BASSINS	PRODUITS 1891	PRODUITS 1892	BASSINS ÉLÉMENTAIRES (*)	DÉPARTEMENTS OÙ LES BASSINS SONT SITUÉS	PRODUITS 1891	PRODUITS 1892
	tonnes	tonnes			tonnes	tonnes
I. — Houille et Anthracite.						
Nord et Pas-de-Calais.	13.485.628	14.699.858	Valenciennes	Pas-de-Calais, Nord	13.481.477	14.696.852
			Le Boulonnais (Hardinghen)	Pas-de-Calais	4.151	3.006
Loire	3.822.969	3.557.927	Saint-Étienne (et Rive-de-Gier)	Loire, *Rhône*	3.758.974	3.507.071
			Sainte-Foy-l'Argentière	Rhône	48.846	42.214
			Communay	Isère	14.413	8.115
			Le Roannais (Roanne)	Loire, *Rhône*	736	527
Gard	2.192.163	2.082.254	Alais	Gard, Ardèche	2.150.628	2.046.266
			Aubenas	Ardèche	36.406	30.828
			Le Vigan	Gard	5.129	5.160
Bourgogne et Nivernais.	1.977.290	1.937.895	Creusot et Blanzy	Saône-et-Loire	1.602.021	1.573.228
			Decize	Nièvre	133.221	137.534
			Epinac et Aubigny-la-Ronce	Saône-et-Loire, Côte-d'Or	128.443	121.923
			La Chapelle-sous-Dun	Saône-et-Loire	61.133	54.638
			Bert	Allier	47.352	42.998
			Sincey, *Forges*	Côte-d'Or, *Saône-et-Loire*	5.120	7.574
Tarn et Aveyron.	1.552.065	1.311.602	Aubin	Aveyron	987.922	906.280
			Carmaux	Tarn	545.362	387.979
			Rodez	Aveyron	15.998	14.812
			Saint-Perdoux	Lot	2.803	2.531
Bourbonnais.	1.118.899	1.162.829	Commentry (et Doyet)	Allier	888.781	929.486
			Saint-Eloy	Puy-de-Dôme	187.900	193.400
			L'Aumance (Buxière-la-Grue)	Allier	42.218	39.943
			La Queune (Fins et Noyant)	*Allier*	»	»
Auvergne.	339.093	334.234	Brassac	Haute-Loire, Puy-de-Dôme	216.942	215.448
			Champagnac et Bourg-Lastic	Cantal, Puy-de-Dôme	107.219	107.019
			Langeac	Haute-Loire	14.932	11.767
Creuse et Corrèze	204.724	214.388	Ahun	Creuse	189.608	201.792
			Bourganeuf	Creuse	11.204	9.934
			Cublac (Terrasson), Meymac et Argentat	Corrèze, Dordogne	3.912	2.662
Hérault	248.679	208.835	Graissessac, *Roujan*	Hérault	248.670	208.835

Ouest	168.490	153.785	Le Maine	Mayenne, Sarthe	[illegible]	[illegible]
			Basse-Loire	Loire-Inférieure, Maine-et-Loire	49.774	37.365
			Vouvant et Chantonnay	Deux-Sèvres, Vendée	46.843	47.005
			Saint-Pierre-la-Cour	*Mayenne*	»	»
			Le Cotentin (le Plessis)	*Manche*	»	»
Les Maures	»	»	*Les Maures (Fréjus)*	*Var, Alpes-Maritimes*	»	»
Les Pyrénées	»	»	*Ibantelly, Durban et Ségure*	*Basses-Pyrénées, Aude*	»	»
Totaux pour les houilles	25.501.595	26.064.073			25.501.595	26.064 073

II. — Lignite.

Provence	473.838	437.568	Fuveau (Aix)	Bouches-du-Rhône, *Var*	434.276	405.295
			Manosque	Basses-Alpes, *Vaucluse*	37.755	31.203
			La Cadière	Var	1.807	1.070
Comtat	28.407	28.294	Bagnols, Orange, *Banc-Rouge, Vagnas*	Gard, Vaucluse, *Ardèche*	23 127	22.810
			Barjac et Célas	Gard	4.168	4.498
			Méthamis	Vaucluse	1.112	986
			Montoulieu	*Hérault*	»	»
Vosges méridionales	12 936	10.494	Gouhenans, *Gémonval*	Haute-Saône	9 911	9.648
			Norroy	Vosges	3 025	846
Sud-Ouest	6.718	6 845	Millau et Trévezel	Aveyron, Gard	4.116	4.245
			Estavar, Larquier, *Saint-Lon, Orignac*	Pyrénées-Orientales, Landes, *Hautes-Pyrénées*	1.775	1.888
			La Caunette	Hérault, *Aude*	422	318
			Simeyrols et *la Chapelle-Péchaud*	Dordogne	270	280
			Murat	Cantal	135	114
Haut-Rhône	1.399	1.586	La-Tour-du-Pin	Isère	1.222	1.020
			Hauterives, *Montélimar*	Drôme	177	566
			Douvres, Vercia	*Jura, Ain*	»	»
			Entrevernes et Chambéry	*Haute-Savoie, Savoie*	»	»
Totaux pour les lignites	523 298	484.787			523.298	484.787
Totaux généraux	26.024.893	26.548.860			26.024 893	26.548.860

(*) Les bassins dont les mines n'ont pas été exploitées, et les départements correspondants, ont leurs noms en *italiques*.

II. — Industrie sidérurgique.

PRODUCTION DES FONTES.

DÉPARTEMENTS	DÉSIGNATION de LA FONTE suivant la nature du combustible	1891 FONTES d'affinage	1891 FONTES de moulage et moulée en 1re fusion	1891 PRODUCTION totale	1892 FONTES d'affinage	1892 FONTES de moulage et moulée en 1re fusion	1892 PRODUCTION totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Allier	Au coke	17.990	8.895	26.885	23 534	9.171	32.705
Ardèche	Au coke	26.389	2 574	28.963	26 376	2.838	29.214
Ardennes	Au coke	12.923	»	12.923	»	»	»
Ariège	Au coke	9.720	»	9.720	9.805	»	9.805
Aveyron	Au coke	9.920	»	9.920	10.162	»	10.162
Bouches-du-Rhône	Au coke	9.187	3.075	12.262	10.719	7.944	18.663
Cher	Mixte	»	11.365	11.365	»	10.800	10.800
Dordogne	Au bois	»	»	»	150	»	150
Gard	Au coke	56.493	4.746	61.239	48 622	3.411	52.033
Isère	Au coke	31.682	103	31.955	21.379	42	21.421
	Au bois	148	22		»	»	
Landes	Au coke	55.416	3 790	64.092	58.176	6.000	67.714
	Au bois	3.520	1.366		1.858	1.680	
Loire	Au coke	18.442	»	18.442	21.268	»	21.268
Loire-Inférieure	Au coke	25 163	25.872	51.035	46.568	17.420	63.988
Lot-et-Garonne	Au coke	»	13.750	13.750	»	14.759	14.759
Marne (Haute-)	Au coke	31.315	26.160	65.070	30.090	20.817	60.072
	Au bois	720	14		1.074	30	
	Mixte	663	6.780		»	2.055	
Meurthe-et-Moselle	Au coke	770.418	308.215	1.078.633	807 162	301.313	1.108.407
Meuse	Au bois	»	175	633	»	»	»
	Mixte	»	458				
Nord	Au coke	[illegible]	»	[illegible]	[illegible]	»	[illegible]
[illegible]	Au coke	[illegible]	»	[illegible]	[illegible]	»	[illegible]
[illegible]	Au bois	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Fonte	Au coke	1.466.556	401.471	1.867.727	1.602.417	395.424	1.997.841
	Au bois	8.775	1.610	10.385	10.519	1.774	12.293
	Mixte	663	18.612	19.275	»	12.855	12.855
Totaux		1.475.994	421.393	1.897.387	1.612.936	410.053	2.022.989
Diminution					»	11.340	»
Augmentations					136.942	»	125.602

PRODUCTION DES FERS.

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DU FER	1891 RAILS	1891 FERS marchands et spéciaux	1891 TÔLES	1891 PRODUCTION totale	1892 RAILS	1892 FERS marchands et spéciaux	1892 TÔLES	1892 PRODUCTION totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Allier	Puddlage	256	21.330	7.696	30.352	190	19.316	9.492	30.598
	Affinage au charbon de bois	»	1.070	»		»	1.600	»	
Ardennes	Puddlage	»	42.327	9.193	65.965	»	54.334	11.307	87.517
	Affinage au charbon de bois	»	»	»		»	25	»	
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	10.758	3.687		»	18.786	3.065	
Ariège	Puddlage	»	4.592	»	7.816	»	4.629	»	6.865
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	3.224	»		»	2.236	»	
Aube	Puddlage	»	4.146	»	5.446	»	3.129	»	4.177
	Affinage au charbon de bois	»	265	»		»	138	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	1.035	»		»	910	»	
Aveyron	Puddlage	225	9.019	922	23.485	178	5.068	502	10.156
	Réchauffage de vieux fers et riblons	279	12.141	899		»	3.708	700	
Bouches-du-Rhône	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	847	»	847	»	785	»	785
Côte-d'Or	Puddlage	»	3.645	427	6.702	»	3.885	»	7.248
	Affinage au charbon de bois	»	790	»		»	980	324	
	Réchauffage de vieux fers	»	1.740	100		»	1.690	369	

PRODUCTION DES FERS (*suite*).

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DU FER	1891 RAILS	1891 FERS marchands et spéciaux	1891 TÔLES	1891 PRODUCTION totale	1892 RAILS	1892 FERS marchands et spéciaux	1892 TÔLES	1892 PRODUCTION totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Côtes-du-Nord	Puddlage	»	450	»	4.750	»	332	»	3.974
	Réchauffage de vieux fers	»	4 300	»		»	3.642	»	
Dordogne	Puddlage	»	550	»	2.390	»	410	»	2.355
	Affinage au charbon de bois	»	260	»		»	175	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	1.580	»		»	1.770	»	
Doubs	Affinage au charbon de bois	»	1.135	885	7.630	»	5.713	963	9.923
	Réchauffage de vieux fers	»	4.060	1.550		»	2.415	842	
Eure	Réchauffage de vieux fers	»	4.115	»	4.115	»	4.911	»	4.911
Gard	Puddlage	13	10.662	»	10.675	40	9.543	»	9 583
Garonne (Haute-)	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	4.440	»	4.440	»	2.236	»	2.236
Ille-et-Vilaine	Réchauffage de vieux fers	»	108	»	108	»	91	»	91
Isère	Puddlage	»	83	»	3.424	»	76	»	3.680
	Réchauffage de vieux fers	»	3.341	»		»	3.604	»	
Jura	Puddlage	»	8.600	4.782	14.809	»	5.860	2.730	12.230
	Affinage au charbon de bois	»	»	277		»	110	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	600	550		»	2.370	1.160	
Landes	Puddlage	»	533	»	5.750	»	214	»	4.499
	Affinage au charbon de bois	»	1.423	»		»	483	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	3.794	»		»	3.802	»	
Loire	Puddlage	»	17.960	9.420	32.325	»	15.840	11.121	31.911
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	4.945	»		»	4.947	»	
Loire-Inférieure	Puddlage	»	5.210	720	12.003	»	4.141	535	10.015
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	6.727	»		»	5.330	»	
Lot-et-Garonne	Puddlage	»	340	»	340	»	330	»	330
Marne (Haute-)	Puddlage	»	55.008	4.233	66.377	»	58.000	4.514	67.920
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	[illegible]	63		»	11.011	314	
Meurthe-et-Moselle	Puddlage	»	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Réchauffage de vieux fers	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	

Rhône	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	»	»	»	»	13	»	13
Saône (Haute-)	Affinage au charbon de bois	»	5	200	205	»	4	205	209
Saône-et-Loire	Puddlage	»	72.542	6.088	78.648	»	76.922	6.398	83.335
	Affinage au charbon de bois	»	»	10		»	»	9	
	Réchauffage de vieux fers	»	2	6		»	»	6	
Sarthe	Affinage au charbon de bois	»	23	»	23	»	»	»	17
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	»	»		»	17	»	
Savoie	Affinage au charbon de bois	»	22	»	22	»	34	»	34
Savoie (Haute-)	Affinage au charbon de bois	»	53	»	1.733	»	59	»	2.226
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	899	781		»	1.170	997	
Seine	Réchauffage de vieux fers	»	31.781	»	31.781	»	29.725	»	29.725
Seine-Inférieure	Réchauffage de vieux fers	»	99	»	99	»	91	»	91
Seine-et-Oise	Réchauffage de vieux fers	»	2.731	»	2.731	»	2.456	»	2.456
Somme	Puddlage	»	441	»	2 583	»	419	»	3.233
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	2.142	»		»	2 814	»	
Tarn	Puddlage	»	1 075	»	2 748	»	2.094	»	2.649
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	1.673	»		»	555	»	
Vosges	Affinage au charbon de bois	»	»	255	255	»	»	223	223
Yonne	Réchauffage de vieux fers	»	19	»	19	»	18	»	18

RÉCAPITULATION.

Fer	Puddlé	514	587.988	104.477	692 979	418	575.640	112 086	688.144
	Affiné au charbon de bois	»	6.139	2.001	8.140	»	10.542	2.019	12.561
	Obtenu par réchauffage de vieux fers et riblons	279	124.375	7.636	132.290	»	120.010	7.453	127.463
	Totaux	793	718.502	114 114	833.409	418	706.192	121 558	828 168
	Augmentation					»	»	7 441	»
	Diminutions					375	12.310	»	5.241

Observation. — Les fers bruts ou massiaux transformés en produits marchands dans des départements autres que ceux où ils ont été fabriqués ne figurent pas sur le tableau, afin d'éviter un double emploi.

PRODUCTION DES ACIERS.

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DE L'ACIER.	1891					1992				
		PRODUCTION DES ACIERS OUVRÉS				PRODUCTION des lingots Bessemer et Siemens-Martin	PRODUCTION DES ACIERS OUVRÉS				PRODUCTION des lingots Bessemer et Siemens-Martin
		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Aisne	Fusion au foyer Bessemer	»	»	1.042	1.042	»	»	»	940	940	»
Allier	Fusion au four Siemens-Martin	38	20 900	»		21.575	40	17.030	»		15.822
	Puddlage	»	1.691	4.249		»	»	2.303	3.187		»
	Cémentation	»	27	»	27 478	»	»	40	»	23.170	»
	Fusion au creuset	»	570	»		»	»	570	»		»
Ardennes	Fusion au foyer Bessemer	»	6.039	10 749		»	»	9.610	10.396		»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	»	3.333		3.885	»	»	2 987		3.480
	Cémentation	»	11	»	20.418	»	»	13	»	23.603	»
	Fusion au creuset	»	266	»		»	»	203	»		»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	51	310		»
Ariège	Fusion au four Siemens-Martin	»	1.517	»		1.926	»	1.424	»		3.251
	Puddlage	»	618	»		»	»	687	»		»
	Cémentation	»	26	»	2.227	»	»	118	»	2.297	»
	Fusion au creuset	»	36	»		»	»	68	»		»
Aube	Fusion au foyer Bessemer	»	3.397	»	3.397	»	»	3.300	»	3.300	»
Charente	Fusion au foyer Bessemer	»	150	»	150	»	»	177	»	177	»
Côte-d'Or	Fusion au foyer Bessemer	»	»	»		»	»	35	203		»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	3.305	388		»	»	75	37		»
	Puddlage	»	»	»		»	»	2.655	6		»
	Cémentation	»	100	»	3.878	»	»	70	2	3.188	»
	Fusion au creuset	»	85	»		»	»	65	5		»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	35	»		»
Côtes-du-Nord	Réchauffage de vieil acier	»	28	»	28	»	»	18	»	18	»
Doubs	Fusion au foyer Bessemer	»	4 231	1.872		»	»	5 200	2.253		»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	5.473	»	11.576	6 294	»	3.730	»	11.638	4.083
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	65	300		»
Gard	Fusion au foyer Bessemer	19.679	220	»	36.876	24.378	21.687	91	»	36.171	28.302
	Fusion au four Siemens-Martin	3.790	13.169	»		25.143	1.067	13.826	»		17.039

	[illegible]										
Jura	Fusion au foyer Bessemer	»	5.522	»	11 440	»	»	6.660	1.910	13.560	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	2.316	3.572		5 688	»	3.300	1 600		5.540
Landes	Fusion au foyer Bessemer	31.712	3.612	»	39.670	45.796	34.694	5.048	»	46.554	45 690
	Fusion au four Siemens-Martin	»	4.316	»		4 800	1.883	2.472	2 157		9.531
Loire	Fusion au foyer Bessemer	»	2.150	259	58 663	»	70	1.969	251	53.000	»
	Fusion au four Siemens-Martin	871	20.729	16.651		45.252	212	27.350	7.894		46.739
	Puddlage, affinage au charbon de bois	»	4.706	»		»	»	2.451	»		»
	Cémentation	»	559	»		»	»	535	»		»
	Fusion au creuset	»	8 233	115		»	»	7.750	126		»
	Réchauffage de vieil acier	»	4.390	»		»	»	4.392	»		»
Loire-Inférieure	Fusion au foyer Bessemer	7.560	»	»	19.592	11.662	15.284	»	»	27.876	20.914
	Fusion au four Siemens-Martin	»	5.710	6.322		20.141	»	5.917	6.675		19 421
Marne (Haute-)	Fusion au foyer Bessemer	»	16.582	921	21.640	»	»	17.748	5 8	23.379	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	4.137	»		4.575	»	5.12	»		5.183
Meurthe-et-Moselle	Fusion au foyer Bessemer (procédé Thomas)	40 428	25 763	4.377	76.452	269 917	42.478	21.405	3.322	75.471	237.747
	Fusion au four Siemens-Martin	»	1 760	2.490		7.130	»	918	2.769		7.497
	Puddlage	»	970	616		»	»	915	630		»
	Fusion au creuset	»	18	»		»	»	4	»		»
Meuse	Fusion au foyer Bessemer (procédé Thomas)	»	3 531	»	7.636	»	»	2.568	»	7.014	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	4.102	»		4.405	»	4.446	»		4.815
Morbihan	Fusion au foyer Bessemer	»	»	323	10.270	»	»	»	»	11.264	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	»	9.917		13.909	»	»	11.264		17.054
Nièvre	Fusion au four Siemens-Martin	»	17.658	931	19.127	19.112	19	18.663	678	21.035	23.010
	Puddlage	»	137	»		»	»	»	»		»
	Fusion au creuset	»	401	»		»	»	455	»		»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	762	158		»
Nord	Fusion au foyer Bessemer	49.074	27.030	7.112	104.923	103.638	50 191	27.815	5 637	101.401	101.425
	Fusion au four Siemens-Martin	»	8.522	12.980		34.078	»	7.421	13.130		29 522
	Fusion au creuset	»	205	»		»	»	210	»		»
Oise	Fusion au foyer Bessemer	»	16.855	»	18.831	»	»	18.098	»	20.531	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	318	1.658		1.051	»	361	2 072		»
Pas-de-Calais	Fusion au foyer Bessemer	52.747	4.227	»	56.974	69 320	57.620	4.428	»	62.048	75.045
Rhin (Haut-) (Territoire de Belfort)	Fusion au four Siemens-Martin	»	3.159	»	3.159	3.550	»	4.031	»	4.031	4.530
Rhône	Fusion au four Siemens-Martin	»	105	»	105	»	»	63	»	70	»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	7	»		»
Saône (Haute-)	Fusion au foyer Bessemer	»	6	1.030	1.088	»	»	2	1.100	1.167	»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	52		»	»	»	65		»
Saône-et-Loire	Fusion au foyer Bessemer	6.517	11.654	18.139	65.743	39.355	6.239	17.042	19.017	64.710	41.238
	Fusion au four Siemens-Martin	»	17.569	11.864		49.297	»	9.977	12.435		43.504
Savoie	Fusion au four Siemens-Martin	»	122	»	122	»	»	117	»	117	»
Savoie (Haute-)	Fusion au foyer Bessemer	»	249	»	249	»	»	513	»	513	»

PRODUCTION DES ACIERS (*suite*).

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DE L'ACIER	1891 Production des aciers ouvrés: Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	1891 Production des lingots Bessemer et Siemens-Martin	1892 Production des aciers ouvrés: Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	1892 Production des lingots Bessemer et Siemens-Martin
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Seine	Fusion au foyer Bessemer	»	1.761	»	5.430	»	»	1.295	»	3 900	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	3.077	»		»	»	2.575	»		»
	Cémentation	»	113	»		»	»	1	»		»
	Fusion au creuset	»	479	»		»	»	29	»		»
Tarn	Puddlage	»	1.616	»	2.951	»	»	1.517	»	2.658	»
	Cémentation	»	221	»		»	»	225	»		»
	Fusion au creuset	»	1.114	»		»	»	916	»		»
Vosges	Fusion au foyer Bessemer	»	»	1.630	1 630	»	»	»	1.670	1.670	»

RÉCAPITULATION.

		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	Lingots	Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	Lingots
Acier	Fondu au foyer Bessemer	207.717	133.085	47.454	388.256	561.066	228.263	146.033	47.207	421.503	548 394
	Fondu au four Siemens-Martin	4.708	141.314	70.146	216.168	276.155	3.221	131.441	64.088	198.750	266.583
	Puddlé et de forge	»	11.151	4.895	16.046	»	»	12.135	3.823	15 958	»
	Cémenté	»	1.455	»	1.455	»	»	1.295	2	1 297	»
	Fondu au creuset	»	12.020	115	12.135	»	»	10 861	131	10.992	»
	Obtenu par réchauffage de vieil acier	»	4.418	52	4.470	»	»	5.333	1.253	6 586	»
	Totaux	212.425	303.443	122 662	638.530	840.221	231.484	307.098	116.504	655.086	814.977
	Diminution						»	»	6.158	»	25.244
	Augmentations						19.059	3 655	»	16.556	»

La production des lingots comprend non seulement les quantités transformées en acier marchand pendant l'année, mais encore celles qui sont restées en stock dans les usines.

ESSAIS

EFFECTUÉS DANS LES MINES

AVEC

L'INDICATEUR DE GRISOU

DE G. CHESNEAU

RAPPORT

PRÉSENTÉ A LA COMMISSION DU GRISOU

Par M. G. CHESNEAU, Ingénieur des mines,
Secrétaire de la Commission.

---

1. *Organisation des essais.* — Conformément aux instructions de la Commission du grisou, j'ai fait exécuter un certain nombre d'exemplaires de la nouvelle lampe grisoumétrique construite suivant mes indications (*) pour les faire expérimenter d'une façon suivie soit par les ingénieurs des services locaux des mines, soit par les compagnies houillères qui ont bien voulu se prêter à ces essais. Un premier lot de cinq lampes a été mis en service en juin et juillet derniers, et j'ai profité des premiers essais pour apporter quelques perfectionnements dans la construction des exemplaires suivants, qui ont été mis en service dans le courant des mois d'octobre et de novembre.

(*) Voir « Note sur un nouvel indicateur de grisou », par M. G. Chesneau, ingénieur au Corps des mines (*Annales des mines*, 19e série, t. II, p. 203 et suivantes).

Les expériences ont été ainsi poursuivies avec treize exemplaires ainsi répartis :

	Nombre de lampes.	Date de mise en service.
Compagnie des mines d'Anzin	1	Juillet 1892.
— de Lens.	2	Novembre 1892.
— de Liévin. . . .	1	Id.
— de Ronchamp. .	1	Id.
— de Blanzy. . . .	1	Juillet 1892.
Société des houillères de Saint-Etienne.	1	Id.
Compagnie houillère de Bessèges . . .	1	Novembre 1892.
Service des mines de Saint-Etienne. . .	2	Juill. et nov. 1892.
— d'Arras	1	Novembre 1892.
— de Chalon-sur-Saône.	1	Id.
— de Rodez.	1	Id.
	13	

En outre deux lampes conservées à l'École des mines ont servi à des essais faits dans les travaux par MM. les inspecteurs généraux Mallard et Laur, et dans sept tournées de mines grisouteuses que j'ai effectuées avec les ingénieurs des mines et le personnel des compagnies dans les houillères suivantes :

Compagnies d'Anzin (fosse Renard n° 1).	7 juillet 1892.
— de Lens (fosse n° 7)	15 juin et 25 oct. 1892.
— de Liévin (fosse n° 1).	26 octobre 1892.
Mines de Blanzy	23 juin 1892.
Houillères de Saint-Etienne (puits du Treuil et de la Pompe)	25 juin 1892.
Société de la Loire (Puits de la Chana). .	Id.

Le nombre des lampes expérimentées a donc été en tout de quinze.

La Société des houillères de Saint-Étienne et la compagnie des mines de Ronchamp ont contrôlé par de nombreuses analyses de laboratoire les indications fournies par la lampe. Les Compagnies d'Anzin, de Lens et de Liévin m'ont adressé des échantillons d'air grisouteux pris dans des points où la teneur avait été déduite de

l'observation de la lampe, et j'en ai pris moi-même un certain nombre dans mes tournées. Ces différentes prises d'essai ont été analysées à l'École des mines au moyen de l'appareil Coquillion, modifié par M. Le Chatelier. Il a été ainsi fait deux cents comparaisons s'appliquant à des points des travaux souterrains où il y a lieu de croire que l'atmosphère était homogène, et les teneurs accusées par la lampe et l'analyse comparables entre elles.

Les observations du nouvel indicateur de grisou, faites au double point de vue de la sécurité et de la précision, ont donc porté sur un assez grand nombre d'exemplaires expérimentés dans les principales mines grisouteuses françaises, présentant les régimes les plus variés au point de vue de l'aérage et des dégagements de grisou.

D'une façon générale, les résultats obtenus au cours des essais ont été assez satisfaisants pour que plusieurs des compagnies houillères qui les exécutaient, ainsi que quelques autres qui en ont connu les résultats, n'aient pas voulu attendre l'avis de l'administration pour munir leurs puits grisouteux de cet appareil. Dès le mois d'octobre, M. François, ingénieur en chef de la Compagnie d'Anzin, m'annonçait son intention de substituer dans tous ses travaux le nouvel indicateur à la lampe Pieler. Cet exemple a été suivi, et actuellement les commandes des compagnies françaises s'élèvent à quatre-vingts lampes. Un premier lot de quinze lampes a été fourni dans le courant de janvier 1893, dont cinq à la Compagnie d'Anzin, mises aussitôt en service, ont donné des résultats satisfaisants. Il m'a paru dès lors inutile d'attendre plus longtemps pour clore la période d'essais, et j'ai invité les ingénieurs qui avaient bien voulu s'en charger (et auxquels j'adresse ici tous mes remerciements), à me communiquer leurs observations s'étendant jusqu'au 31 janvier 1893.

Je résumerai ci-après les résultats qui m'ont été communiqués soit au cours de ces essais, soit dans ces observations finales, ainsi que ceux obtenus dans mes descentes de mines.

2. *Résultats concernant le mode de construction de la lampe.* — L'écran mobile protégeant la couronne à tamis contre les courants d'air, dont j'avais emprunté le type aux anciennes lampes Fumat, m'a paru d'un maniement difficile et je l'ai remplacé par un écran fixe avec orifices pouvant être au besoin fermés facilement par une partie mobile (*).

La couronne à tamis que j'avais également imitée de la lampe Fumat n'est pas aisée à bien construire et laisse quelque incertitude sur la perfection de son joint avec le réservoir à alcool: le constructeur l'a modifiée d'une façon fort heureuse, de telle sorte que les pièces, formant l'enveloppe qui sépare la flamme de l'air extérieur, sont toutes ajustées suivant des plans obtenus au tour et, par conséquent, s'appliquent parfaitement les unes sur les autres. On peut donc vérifier, d'un simple coup d'œil, si la lampe peut être portée sans danger dans les mélanges explosifs.

J'avais indiqué, dans la note descriptive publiée dans les *Annales des Mines* (livraison d'août 1892, p. 210), qu'il suffisait dans le réservoir d'une très petite quantité d'ouate dont le rôle était simplement d'empêcher l'alcool de s'écouler rapidement par les orifices du tube porte-mèche. Il a été reconnu que, avec l'alcool cuivrique employé dans la lampe, ce coton joue un rôle très important et que la quantité à placer dans le réservoir n'est

(*) J'ai d'ailleurs constaté que la lampe munie de ce nouvel écran fixe, les orifices étant *ouverts*, se comporte dans les mélanges explosifs d'air et de gaz d'éclairage en vitesse, comme avec l'ancien écran mobile *abaissé*.

pas indifférente. Au contact du cuivre du réservoir, le chlorure de cuivre ajouté à l'alcool tend en effet à passer à l'état de sous-chlorure insoluble qui est absorbé rapidement par le coton de la mèche qu'il encrasse. L'alcool ne monte plus alors que très difficilement dans la mèche, qui charbonne, et les auréoles s'assombrissent rapidement. L'ouate pare à cet inconvénient en absorbant le sous-chlorure insoluble au fur et à mesure qu'il se forme et empêche ainsi la mèche de s'encrasser. Son pouvoir absorbant décroît au fur et à mesure qu'elle se charge de ce précipité, et l'on doit la renouveler quand l'alcool cuivrique, qui a séjourné dans la lampe pendant deux heures, en sort trouble. Il y a donc intérêt à mettre le plus d'ouate possible dans le réservoir, tout en laissant à l'alcool un espace libre suffisant pour pouvoir alimenter la lampe pendant quatre heures environ, dont les trois premières se prêtent à des dosages précis. Avec six grammes d'ouate, la lampe peut fonctionner pendant deux ou trois mois ; il suffit d'ailleurs de quelques minutes pour la renouveler.

Les seules parties de la lampe qui paraissent devoir être réparées assez fréquemment (tous les trois mois environ avec un usage journalier) sont le tamis supérieur, qui se rouille assez rapidement, comme dans toutes les lampes garnies d'alcool, et le tube porte-mèche, dont l'extrémité supérieure est corrodée peu à peu par le chlorure de cuivre et qu'il faut limer de temps à autre.

L'écran cylindrique mobile, destiné à dissiper la buée qui se dépose dans les courants d'air frais à l'intérieur de la plaque de mica obturant la fenêtre d'observation, remplit bien le but indiqué, à la condition que la lame de mica soit suffisamment mince. Cependant, en hiver, dans les courants d'air très vifs (de 4 mètres au moins de vitesse) et pour de faibles teneurs (moins de 0,5 p. 100), on éprouve une certaine peine à faire des observations

d'auréole très exactes. Je n'ai trouvé aucun procédé pratique pour atténuer cet inconvénient par une modification de la lampe elle-même : on n'y parerait complètement qu'en plaçant la lampe dans une gaine en bois avec fenêtre en verre. J'ajouterai d'ailleurs que, dans la plupart des mines, on s'est habitué peu à peu à mieux se servir qu'au début des essais, de l'écran cylindrique mobile.

La pratique a montré que les lames de mica se ternissent au bout de quelques tournées, surtout dans les mines poussiéreuses, et qu'il y a intérêt à les changer assez fréquemment, ce que leur faible prix permet de faire sans grande dépense. Elles ne se crèvent d'ailleurs pas facilement, même quand elles sont très minces, à cause de l'élasticité du mica. Aussi, pour ces différents motifs, est-il préférable d'employer des lames minces ($0^{mm},1$ à $0^{mm},07$ d'épaisseur), quitte à les renouveler plus souvent, plutôt que de chercher à accroître leur solidité par l'épaisseur.

On a constaté en général que la lampe s'éteignait facilement dans les courants d'air violents. La nouvelle disposition de l'écran qui garantit la couronne à toile métallique atténue cet inconvénient sans le faire disparaître tout à fait. Il est en effet lié à la sécurité même de la lampe, due à un tirage réduit au minimum, qui est la cause de l'extinction dans les mélanges explosifs, et il suffit d'un mouvement très brusque ou d'un courant d'air violent pour renverser le tirage et éteindre la lampe. Cependant, avec un peu d'habitude, en ayant soin d'éviter de balancer fortement la lampe en marchant dans les courants d'air rapides, et de ne l'exposer que progressivement aux courants violents, on arrive à la maintenir allumée dans des courants de 6 mètres et même plus. On pourrait d'ailleurs parer tout à fait à cet inconvénient, comme pour la buée, en plaçant la lampe dans une gaine en bois avec orifices disposés comme dans les lanternes des trains.

3. *Résultats relatifs à la sécurité de la lampe.* — La lampe s'est comportée à cet égard dans les travaux absolument comme dans les expériences de laboratoire : elle s'est toujours éteinte au bout de quelques secondes dans les mélanges explosifs, sans s'échauffer plus qu'une lampe Mueseler placée dans les mêmes conditions, et, en aucun cas, on n'a constaté que le tamis ait atteint le rouge naissant avant l'extinction. J'ai obtenu ainsi l'extinction de deux lampes en présence de plusieurs ingénieurs au puits de la Chana ainsi qu'à la fosse n° 7 de Lens.

L'extinction immédiate de la lampe grisoumétrique dans les mélanges explosifs a été reproduite un grand nombre de fois à Blanzy, Anzin, etc.

Dans une tournée effectuée par un ingénieur du corps des mines dans une mine de son service, la lampe est restée pendant quatre heures dans des teneurs comprises entre 2 et 4 p. 100 de grisou sans s'échauffer notablement, et son réglage était resté le même à la sortie de la mine : on n'avait pas osé jusque-là pénétrer avec des lampes Pieler dans ces travaux où la lampe Mueseler marquait parfois très nettement le grisou.

Tous les essais sont concordants au point de vue de la sécurité et montrent que la lampe se comporte dans les mélanges grisouteux comme une lampe de sûreté de bonne construction : elle peut donc être transportée sans danger en tous les points d'une mine, y compris les cloches, l'entrée de l'air se faisant toujours par le bas de la lampe, et une explosion brusque dans le haut du tamis ne pouvant s'y produire comme dans les lampes à alimentation d'air par le haut.

4. *Résultats relatifs à la netteté des auréoles.* — Dans tous les essais effectués, la lampe a marqué nettement le grisou à partir de 0,2 p. 100 et les observateurs

exercés ont pu même apprécier sa présence à partir de 0,1 p. 100 (ainsi qu'on le verra plus loin à propos de la précision des dosages obtenus). Les lampes Pieler à alcool ordinaire qu'on a fréquemment observées parallèlement avec le nouvel indicateur de grisou, n'ont donné pour plusieurs observateurs d'indications appréciables qu'à partir de 0,5 ou même de 1,0 p. 100 (*). Ce résultat montre l'importance de l'addition du chlorure de cuivre à l'alcool pour augmenter la netteté des auréoles. Aux mines de

(*) La compagnie d'Anzin a fait de nombreuses comparaisons entre les indications données par les lampes Pieler et celles du nouvel indicateur, dont plusieurs ont été contrôlées par des analyses; voici, à titre d'exemple, quelques-unes de ces comparaisons :

PUITS où les expériences ont été faites	TENEUR EN GRISOU d'après la lampe Pieler	TENEUR EN GRISOU d'après la lampe Chesneau	TENEUR EN GRISOU d'après l'analyse	OBSERVATIONS
	p. 100	p. 100	p. 100	
Fosse Renard. (19 juillet 1892) Veine Lebret, 546m.	0.0	0,0	0,1	(1) Réglage un peu bas; en outre, il paraît y avoir eu erreur d'appréciation sur la hauteur des cônes bleus pour les deux premières lectures, l'observation ayant pris probablement comme lueur totale le cône bleu seulement.
	0,1	0.1	0,4	
	0,2	0,7	0,7	
	0,4	0.9 (1)	1,0	
	0,5	1,0	1,0	
	0,6	1,2	1,3	
	1,0	1,6	1,7	
Fosse d'Hérin. (1er décembre 1892) Moyenne veine. .	0	0.8	0,8	(2) Le réglage de la lampe Pieler avait été fait trop bas, l'écran n'ayant que 25 millimètres au lieu de 30.
	0 (2)	0,7	(non analysé)	
	0	1,1	1,2	
Fosse Dutemple. (10 décembre 1892)	0,1 (3)	0.6	pas d'analyse faite.	(3) Dans cette série d'expériences, on s'est appliqué à faire un réglage aussi exact que possible de la lampe Pieler, dont l'écran a été soigneusement vérifié et qui a été complètement remplie d'alcool.
	0,3	0,8		
	0,1	0.5		
	0,1	0,5		
	0,8	1,2		
	0,1	0,5		
	1,4	1.6		
	1.3	1,6		
	1,5	1,8		
	0.0	0.3		
	0,0	0,4		

Ce n'est en somme qu'au-dessus de 1 p. 100 que la lampe Pieler a donné des indications assez précises.

Ronchamp cependant, on a trouvé que les auréoles, pour de très faibles teneurs, étaient aussi nettes en supprimant le chlorure de cuivre dans l'alcool ; en revanche, dans d'autres houillères, notamment à la Société des houillères de Saint-Étienne, on a mieux apprécié les auréoles aux faibles teneurs en forçant la quantité indiquée de chlorure de cuivre. En réalité, en augmentant celle-ci, on verdit plus fortement le cône bleu de combustion du grisou et aussi la lueur qui le surmonte, en sorte que la séparation du cône et de la lueur peut paraître moins nette, surtout si l'alcool est trop pauvre. En garnissant la lampe d'alcool sans chlorure de cuivre, comme l'ouate du réservoir en contient déjà, les auréoles sont encore teintées par le cuivre et l'on peut attribuer à la suppression du sel métallique un accroissement de netteté qui tient seulement à l'abaissement de sa proportion, encore très suffisante pour colorer le cône de combustion du grisou. Le fait que le même alcool, sans chlorure de cuivre, ne donne dans les lampes Pieler aucune indication appréciable aux faibles teneurs ne permet pas de douter de l'importance du sel cuivrique, mais j'estime d'ailleurs qu'il vaut mieux en abaisser la proportion au strict nécessaire, quand on est bien accoutumé à l'observation des auréoles : on atténue ainsi tous les inconvénients corrélatifs de l'emploi de ce sel métallique (encrassement des mèches, corrosion du porte-mèche, etc.).

Plusieurs circonstances influent sur la netteté des auréoles. Une mèche trop serrée donne des auréoles beaucoup plus pâles qu'une mèche lâche, et charbonne au bout de quelque temps d'allumage. La propreté des tamis est également d'une extrême importance au point de vue de la netteté des auréoles. Comme le tirage de la lampe est déjà réduit au strict nécessaire, il faut éviter que la section des orifices d'entrée et de sortie d'air soit diminuée et le tirage réduit, ce qui arrive forcément

quand les mailles des tamis sont obstruées par la rouille ou par les poussières : dans ce cas, les auréoles se troublent et vacillent, et, en outre, la lampe s'éteint plus facilement dans un courant d'air vif ou par un mouvement brusque. On doit donc tenir constamment le tamis et la couronne à tamis très propres, et, à cet effet, les brosser soigneusement avant et après chaque tournée, et les laver de temps en temps à la potasse ou au savon, lorsqu'ils sont encrassés par des poussières de houille.

5. *Précision des teneurs accusées par la lampe.* — La comparaison entre les teneurs accusées par la lampe et les analyses de laboratoire faites sur des prises d'air des travaux, montre que le nouvel indicateur est susceptible d'une grande précision quand le réglage est bien fait et que l'alcool employé est bien conforme comme poids spécifique à celui que j'ai pris comme type pour établir, par des expériences de laboratoire, l'échelle des hauteurs d'auréoles correspondant à chaque teneur.

Les expériences faites dans les mines de Saint-Étienne et de Ronchamp et les miennes propres établissent nettement ce fait, que pour une teneur donnée et un même réglage, la hauteur du cône bleu caractéristique de la teneur est pratiquement constante quelle que soit la façon dont a été constitué l'alcool employé (par mélange d'alcool pur et d'eau, ou d'alcools impurs de diverses provenances et de degrés différents), pourvu que le poids spécifique de l'alcool soit bien constant, les impuretés contenues, acétone, éthers, etc., n'influant pas sensiblement sur cette hauteur. Le poids spécifique pris comme type normal est celui qui correspond à 92°,5 à l'alcoomètre centésimal Gay-Lussac, à la température de 15° centigrades, ce qui donne pour poids spécifique 0,8275 à 15°. Cette circonstance permet donc de reconstituer facilement, avec un alcoomètre centésimal de Gay-Lussac

et un thermomètre, un alcool donnant bien des indications identiques à celles qui ont été publiées dans les *Annales des mines*. Cependant, il est arrivé dans plusieurs mines que l'alcool livré par le commerce ne marquait pas à l'alcoomètre Gay-Lussac le degré voulu (la différence étant toujours en moins), ce qui a conduit à des dosages erronés ou incertains. En particulier, lorsque l'alcool est d'un degré trop faible, le cône bleu-verdâtre et la lueur qui le surmonte se distinguent mal l'un de l'autre, la lueur est presque aussi colorée que le cône, et, aussi bien pour le réglage dans l'air pur que pour les lectures dans les mélanges grisouteux, on a une tendance à prendre la lueur pour le cône bleu lui-même.

D'une façon générale, les observateurs ont eu quelque peine, même avec de l'alcool conforme au type normal, à bien définir la pointe des cônes bleu-verdâtres aux faibles teneurs, inférieures à 0,5 p. 100, qui sont les plus fréquentes dans les mines bien aérées. La concordance excellente entre les lectures de la lampe et les analyses (même aux très faibles teneurs) que l'on peut constater dans les tableaux ci-après, montre que, l'habitude aidant, ces lectures finissent par être très précises, à partir de un millième inclusivement, même dans le cas où les observations n'ont pas pu être contrôlées et rectifiées par les analyses de laboratoire (voir tableau V).

Dans aucune expérience, on n'a constaté que la lampe ait marqué le gaz dans des atmosphères même très poussiéreuses où l'analyse ne révélait pas de grisou.

Dans les essais effectués avant la publication d'août 1892 des *Annales des mines*, donnant dans une planche en couleur l'aspect des auréoles correspondant aux diverses teneurs, quelques observateurs ont confondu, pour les teneurs élevées (4 à 6 p. 100), la flamme propre de l'alcool avec les cônes bleus des teneurs inférieures à 3 p. 100, et ont été surpris de voir la lampe *s'éteindre*

alors qu'elle ne marquait à leur estime que 2 p. 100. Ainsi que le montre cette planche, il ne peut y avoir de confusion entre un cône bleu et une flamme d'alcool de même hauteur, et en fait, depuis l'envoi de cette planche aux observateurs, il ne s'est plus produit d'erreurs de ce genre.

Il est aussi arrivé que la lampe, plongée dans des cloches de faible hauteur, n'a accusé que 1 à 2 p. 100 de grisou alors que des lampes d'éclairage s'éteignaient dans la cloche. Cela tient à ce que, dans les lampes à alimentation par le bas, il faut, ainsi que je l'ai constaté, que les orifices d'admission d'air ne soient pas à plus de $0^m,15$ au-dessous du mélange explosif pour que la lampe marque le grisou, qui doit être d'abord aspiré par le tirage de la lampe pour venir brûler au-dessus de la flamme. Comme la lampe a $0^m,25$ de hauteur au-dessus des orifices d'entrée d'air, on conçoit que le haut de la lampe puisse être plongé dans le grisou pur sans que la lampe marque le grisou, et si elle en indique, elle en accusera toujours moins que dans la cloche, le gaz contenu dans celle-ci n'arrivant sur la flamme que dilué dans l'air pur qui entoure le bas de la lampe.

Les lampes Pieler, qui ont la même hauteur que le nouvel indicateur, présentent le même inconvénient, qui disparaît au contraire presque complètement dans les lampes d'éclairage à alimentation par le haut.

Bien qu'à cet égard le nouvel indicateur se prête mal à des essais dans des cloches, j'ai constaté, aussi bien dans les travaux souterrains qu'au laboratoire, que lorsque le haut de la lampe est plongé dans un milieu explosif ou dans du grisou pur, et que l'auréole commence à être sensible, celle-ci a une forme de cône tronqué très particulière et caractéristique d'un mélange explosif, que tout le monde peut reproduire facilement en élevant lentement la lampe dans une cloche ou un grand bocal renversés, où l'on a fait arriver du gaz d'éclairage qui

y reste confiné en raison de sa légèreté par rapport à l'air.

Dans les observations de la lampe que j'ai faites moi-même dans les travaux souterrains, et dont les résultats sont résumés dans le tableau suivant (tableau n° 1), la précision des teneurs accusées par la lampe est très grande, et l'écart entre celles-ci et les teneurs données par l'analyse ne dépasse pas 0,1 p. 100, sauf dans les observations faites à la fosse n° 7 de Lens, où le réglage de la lampe dans l'air pur a été fait au milieu d'un courant d'air frais animé d'une vitesse très sensible, et aussitôt après avoir effectué un parcours de 800 mètres dans un courant d'air très vif qui avait refroidi beaucoup le réservoir de la lampe : le réglage ainsi fait était forcément trop haut. Dans les observations du puits n° 1 de

TABLEAU N° I.

A. — Observation de la lampe Chesneau, faite par M. Chesneau.
— Analyses au laboratoire des prises d'essai, faites par M. Chesneau, avec l'appareil Coquillion modifié par M. Le Chatelier.

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en −	OBSERVATIONS : a) des expérimentateurs; b) du rapporteur.
1	2	3	4	5	6	7
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
…PAGNIE DES MINES D'ANZIN. Fosse Renard n° 2. 7 juillet 1892.	1	1,9	2,0	»	0,1	a) Le réglage de la lampe a été fait au fond (niveau de 510 mètres), dans un poste de [illegible], en atmosphère calme.
	2	0,2	0,2	»	»	
	3	0,4	0,4	»	»	
…PAGNIE DES MINES DE LENS. Fosse n° 7. 25 octobre 1892.	4	0,2	0,2	»	»	a) Le réglage de la lampe dans l'air pur a été fait dans un courant d'air frais, de vitesse très sensible, et était, par suite, *trop haut*.
	5	0,7	0,4	0,3	»	
	6	0,9	0,7	0,2	»	
	7	0,8	0,5	0,3	»	
…PAGNIE DES MINES DE LIÉVIN. Fosse n° 1. …octobre 1892.	8	0,3	0,2	0,1	»	a) Le réglage de la lampe a été fait *au jour*, dans une pièce obscure; les prises d'essai ont été faites entre 400 et 500 mètres de profondeur.
	9	0,7	0,7	»	»	
	10	0,8	0,8	»	»	
	11	0,5	0,6	»	0,1	

Liévin, j'ai réglé la lampe *au jour* dans une pièce obscure, et les lectures ont été faites à des profondeurs variant de 400 à 500 mètres; la très grande précision des teneurs accusées par la lampe montre qu'une différence d'altitude même très considérable n'influe ni sur le réglage, ni sur la hauteur des auréoles, d'où cette conséquence importante : qu'à défaut de station souterraine où l'atmosphère soit absolument calme et l'air rigoureusement pur, le réglage au zéro de la lampe peut être fait au jour.

Le tableau suivant (tableau n° II) donne les nombreuses comparaisons faites à la Société des houillères de Saint-Étienne entre les indications de la lampe toujours observées par la même personne et les analyses de laboratoire. Les comparaisons partent du jour où la lampe a été confiée pour la première fois à cette personne, qui était précédemment chargée d'observer la lampe Pieler dans les mêmes travaux.

On voit, d'après ce tableau, qu'après trois tournées, les visées sont devenues très précises et que cette précision s'est maintenue, bien que pendant plus de deux mois on ait suspendu la vérification par analyse, jugée inutile.

TABLEAU N° II.

A. — Observation de la lampe Chesneau, faite par M. le Surveillant des travaux.

B. — Analyses au laboratoire des prises d'essai, faites par la Société des houillères. avec l'appareil Coquillion modifié par M. Leclère.

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en —	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
SOCIÉTÉ DES HOUILLÈRES DE SAINT-ÉTIENNE.						
Puits de la Pompe.	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
9 juillet 1892.	1	(1,2)	(0,8)	(0,4)	»	*b*) *On a inscrit entre parenthèses les observations des trois premières journées, considérées comme période d'essai, ainsi que celles faites en des points où l'on a des raisons de croire que le mélange d'air et de grisou n'était pas homogène.*
	2	(1,7)	(1.4)	(0,3)	»	
	3	(2,2)	(2.1)	(0,1)	»	
	4	(1,4)	(0,8)	(0,6)	»	
	5	(1,2)	(1.1)	(0,1)	»	
	6	(1.0)	(0,4)	(0,6)	»	
Juillet.	7	(0.3)	(0,2)	(0.1)	»	
	8	(1,0)	(0,6)	(0,4)	»	
	9	(1,4)	(0,7)	(0,7)	»	
	10	(2.0)	(2.0)	»	»	
	11	(0.9)	(0.8)	(0,1)	»	
	12	(0,9)	(0,7)	(0,2)	»	
Juillet.	13	(0,8)	(1,0)	»	(0,2)	
	14	(0,3)	(0,8)	»	(0,5)	
	15	(0,9)	(1.0)	»	(0,1)	
	16	(0,6)	(0.4)	(0,2)	»	
	17	(0,6)	(0.4)	(0,2)	»	
	18	(1.5)	(2,1)	»	(0,6)	
Juillet.	19	0,3	0,3	»	»	
	20	1,5	2.0	»	0,5	
	21	0,4	0.3	0,1	»	
	22	0,2	0.3	»	0,1	
	23	0,5	0.3	0,2	»	
	24	0.5	0.5	»	»	
Juillet.	25	1,3	1.4	»	0,1	
	26	1,5	1,7	»	0,2	
	27	0,4	0,3	0,1	»	
	28	0,2	0.4	»	0,2	
	29	0,4	0.4	»	»	
	30	0,2	0,2	»	»	
Juillet.	31	1,8	1,9	»	0,1	
	32	1,3	1,3	»	»	
	33	0,4	0,5	»	0,1	
	34	0,5	0.4	0,1	»	
	35	0,9	0.7	0,2	»	
	36	1,5	1.8	»	0,3	
	37	0,8	0.5	0,3	»	
1er août 1892.	38	0,5	0,3	0,2	»	
	39	0,2	0,2	»	»	
	40	0,3	0,3	»	»	*a*) On a obtenu cette haute teneur en coupant le circuit d'aérage dans des chantiers en cul-de-sac.
	41	2,0	2,5	»	0,5	
	42	2,1	2.1	»	»	
	43	0,5	0,5	0,1	»	

TABLEAU N° 11 (*suite*).

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en −	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
5 août 1892	44	0.4	0.3	0.1	»	
	45	0.3	0.4	»	0,1	
	46	0.3	0.3	»	»	
	47	0.3	0.3	»	»	
	48	1.6	1.6	»	»	a) On a obtenu cette haute teneur en coupant le circuit d'aérage dans des chantiers en cul-de-sac.
	49	1.6	1.7	»	0,1	
11 août	50	0.1	0.2	»	0,1	
	51	0.3	0.3	»	»	
	52	0.2	0.3	»	0.1	
	53	0,3	0.4	»	0,1	
17 août	54	0.3	0.4	»	0.1	
	55	0.2	0.3	»	0,1	
	56	0.4	0.4	»	»	
	57	0.7	0.8	»	0,1	
23 août	58	0.3	0.4	»	0,1	
	59	0.3	0.3	»	»	
	60	0.2	0.2	»	»	
	61	0.3	0.3	»	»	
25 août	62	0.9	0,9	»	»	
	63	1.5	1.9	»	0.4	Idem.
	64	0.3	0.4	»	0.1	
	65	0.2	0.3	»	0,1	
1er septembre	66	0.3	0.3	»	»	
	67	0.3	0.4	»	0,1	
	68	0.4	0,4	»	»	
	69	0.1	0,3	»	0,2	
9 septembre	70	0.3	0.3	»	»	
	71	0.1	0.3	»	0.2	
	72	moins de 0,1	0.2	»	0.1	
	73	moins de 0,1	0,1	»	moins de 0,1	
15 septembre	74	0.2	0.3	»	0.1	
	75	0.2	0.3	»	0.1	
	76	0,3	0.5	»	0,2	
15 octobre	77	0.2	0.3	»	0,1	
	78	0.4	0.3	0.1	»	
	79	0.5	0.4	0,1	»	
	80	0,4	0.4	»	»	
18 octobre	81	0.2	0.2	»	»	
	82	0.2	0.3	»	0,1	
	83	0.4	0.3	0.1	»	
	84	0,4	0.3	0,1	»	
21 octobre	85	0.2	0.2	»	»	
	86	0.3	0.4	»	0,1	
	87	0.4	0.5	»	0,1	
	88	0,3	0.4	»	0,1	
27 octobre	89	0.2	0.2	»	»	
	90	0.3	0.3	»	»	
	91	0.4	0,3	0,1	»	

TABLEAU N° II (*suite*).

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse — en +	en —	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
octobre 1892 (*suite*).	92	0,3	0,3	»	»	*b*) L'observateur étant arrivé à apprécier les teneurs à la lampe avec une grande précision, on a cessé de faire le contrôle par les analyses, qui n'a été repris que deux mois et demi après.
	93	0,2	0,3	»	0,1	
janvier 1893	94	0.2	0.4	»	0.2	
	95	0,2	0.3	»	0.1	
	96	0.1	0.2	»	0,1	*a*) Prise d'essai et observation faites dans une cavité pratiquée dans un tas de charbon où le mélange d'air et de grisou n'est pas homogène.
	97	0,2	0,2	»	»	
	98	(0,6)	(0,3)	(0,3)	»	
	99	0,7	0.4	0,3	»	
	100	0.2	0.1	0,1	»	
	101	0.3	0.2	0,1	»	
	102	0,3	0.3	»	»	
	103	0.1	0.1	»	»	
	104	(0.3)	(0.4)	»	(0,1)	Idem.
	105	0.3	0.2	0,1	»	
	106	0.3	0.2	0,1	»	
	107	0,2	0,3	»	0,1	*a*) Teneur élevée obtenue en coupant le circuit d'aérage dans des chantiers en cul-de-sac.
	108	1,5	1,4	0,1	»	
janvier 1893	109	0.2	0.2	»	»	
	110	1.6	1.8	»	0.2	Idem.
	111	0.5	0.4	0.1	»	
	112	0,3	0.4	»	0,1	
	113	0.3	0.2	0.1	»	
	114	0.2	0.2	»	»	
	115	0.3	0.2	0.1	»	
	116	0.4	0.2	0.2	»	
	117	0,3	0.4	»	0.1	
	118	0.2	0.3	»	0.1	
	119	(0,3)	(0.5)	»	(0,2)	*a*) Dans un tas de charbon.
	120	0,4	0,3	0.1	»	*a*) Idem. L'atmosphère de la taille où se trouvait le tas de charbon ne contenait que 0,4 pour 100.
	121	(0,5)	(0,8)	»	(0,3)	
	122	0.4	0,2	0.2	»	
	123	0,3	0,2	0,1	»	
vier 1893	124	0 5	0,3	0,2	»	
	125	0.3	0.3	»	»	
	126	0.3	0.3	»	»	
	127	0.3	0.4	»	0,1	
	128	0.4	0.1	0,3	»	
	129	(0.5)	(0.1)	(0,4)	»	*a*) Dans un tas de charbon.
	130	0,4	0.4	»	»	
	131	0.2	0.2	»	»	
	132	(0.4)	(0.2)	(0,2)	»	Idem.
	133	0,1	0,1	»	»	

TABLEAU N° II (*suite*).

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en —	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
21 janvier 1893 (*suite*). .	134	0,2	0,1	0,1	»	
	135	(0,2)	(0,0)	(0,2)	»	a) Dans un tas de charb
	136	(0,3)	(0,1)	(0,2)	»	Idem.
	137	0,2	0,1	0,1	»	
	138	0,2	0,1	0,1	»	
21 janvier 1893	139	0,2	0,3	»	0,1	
	140	1,4	1,4	»	»	a) Point particulier.
	141	0,3	0,4	»	0,1	
	142	0,2	0,2	»	»	
	143	0,3	0,3	»	»	
	144	0,2	0,2	»	»	
	145	(0,3)	(0,3)	»	»	a) Dans un tas de charb
	146	0,3	0,2	0,1	»	
	147	(0,3)	(0,3)	»	»	Idem.
	148	0,3	0,1	0,2	»	
	149	0,2	0,2	»	»	
	150	0,3	0,4	»	0,1	
	151	0,4	0,4	»	»	
	152	0,2	0,1	0,1	»	
10 janvier 1893	153	0,2	0,3	»	0,1	
	154	0,2	0,1	0,1	»	
	155	(0,3)	(0,3)	»	»	Idem.
	156	0,2	0,3	»	0,1	
	157	0,2	0,4	»	0,2	
	158	0,2	0,4	»	0,2	
	159	0,2	0,3	»	0,1	
	160	(0,7)	(0,5)	(0,2)	»	Idem.
	161	0,1	0,2	»	0,1	
	162	0,1	0,1	»	»	
	163	0,3	0,4	»	0,1	
	164	0,2	0,3	»	0,1	

Le tableau suivant (tableau n° III) donne des comparaisons également très satisfaisantes faites aux mines de Ronchamp, où le réglage et les observations ont été faites uniquement d'après les indications que j'ai fournies par correspondance.

TABLEAU N° III.

A. — Observation de la lampe Chesneau faite par M. l'ingénieur de la Compagnie de Ronchamp.

B. — Analyses au laboratoire des prises d'essai faites par M. l'ingénieur de la Compagnie de Ronchamp avec l'appareil Coquillion modifié par M. Poussigue et l'éprouvette de M. Le Chatelier.

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en —	OBSERVATIONS : a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
SOCIÉTÉ DES HOUILLÈRES DE RONCHAMP.						
Puits Magny.		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
2e couche Nord-Est	1	0,8	0,8	»	»	a) La lampe était réglée un peu trop haut.
Id.	2	1,1	0,9	0,2	»	
Id.	3	0,9	0,7	0,2	»	
Id.	4	0,2	0,2	»	»	
2e couche Nord-Ouest	5	0,65	0,4	0,25	»	
Id. retour général	6	0.8	0.6	0,2	»	
1re couche Nord-Est	7	0,8	0,6	0,2	»	
Id. Nord Ouest	8	0,6	0,4	0,2	»	
Puits Saint-Joseph.						
Montage Maisot	9	0,1	0.1	»	»	
Atmosphère factice par rétrécissement du courant d'air.	10	1,2	1.2	»	»	
	11	1,3	1,2	0,1	»	
Même galerie avec aérage normal	12	0,6	0,6	»	»	
Fonçage Bation	13	0,1	0,05	0.05	»	
Montage Jansel	14	0,4	0,4	»	»	
Retour général	15	0,5	0,4	0.1	»	
Galerie dans vieux travaux	16	1,3	1,2	0,1	»	
Puits Magny.						
1re couche Nord-Ouest	17	0.3	0,3	»	»	
Id. Nord-Est	18	0,6	0,5	0,1	»	
Eboulet :						
Stations n° 1 : au sol	19	0,5	0,4	0,1	»	
Id. n° 1 : en couronne	20	(0,8)	(0,4)	(0,4)	»	b) *Atmosphère non homogène?*
Id. n° 2 : en couronne	21	0.4	0,3	0,1	»	
Id. n° 3 : en couronne	22	0,5	0,4	0,1	»	

Le tableau n° IV donne les lectures également très précises effectuées par MM. Coste et de Billy, ingénieurs des mines à Saint-Étienne.

TABLEAU N° IV.

A. Observation de la lampe Chesneau, faite par MM. Coste et de Billy, ingénieurs des mines.
B. Analyses au laboratoire des prises d'essai, faites par MM. Coste et de Billy, avec l'appareil de M. Le Chatelier (limites d'inflammabilité).

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en −	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
Puits Adrienne.		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
24 novembre 1892.						
2e niveau	1	0.25 à 0,5	0.48	»	0,2	b) Je n'ai pas compté les écarts égaux ou inférieurs à 0,05 pour 100.
7e niveau, 3e tranche, Est. .	2	moins de 0,25	0,20	»	»	
Retour d'air général	3	0,25	0,24	»	»	
Quartier Gallois.						
21 novembre 1892.						
Retour du niveau 154	4	0.50	0.40	0,1	»	a) Au moment où la prise de gaz a été faite, on en puisait du gaz à l'avancement, ce qui explique la différence trouvée.
Retour du niveau 178	5	(1,00)	(0.56)	(0,4)	»	
Plan Marcellin	6	0,25	0,24	»	»	
24 décembre 1892.						
Couche du Ban.	7	0,40	0,55	»	0,15	
Villebœuf.						
25 janvier 1893.						
Retour d'air de 9e tranche. .	8	0.50	0.55	»	»	
— taille 38.	9	0.50	0.50	»	»	
— taille 42.	10	1,25	1,30	»	»	
Puits de la Pompe.						
26 janvier 1893.						
Taille 7	11	0.25	0,30	»	»	
Taille 5.	12	0,37	0.40	»	»	
Taille 4.	13	0,30	0,36	»	0,1	

Enfin, j'ai réuni dans le tableau suivant (tableau n° V), les comparaisons faites entre les observations exécutées par les ingénieurs n'ayant pas d'appareils de laboratoire pour contrôler leurs appréciations, et les analyses que j'ai faites des prises d'essai qu'ils m'ont adressées. Ces observateurs avaient eu d'ailleurs l'occasion de m'accompagner dans l'une de mes descentes. Les concordances sont aussi satisfaisantes que dans les tableaux précédents.

TABLEAU N° V.

A. Observation de la lampe Chesneau, faite par MM. les Ingénieurs des travaux.
B. Analyses au laboratoire des prises d'essai, faites par M. Chesneau, avec l'appareil Coquillion modifié par M. Le Chatelier.

EXPLOITATIONS où les observations ont été faites	NUMÉRO d'ordre des observations	A. TENEUR en grisou d'après la lampe	B. TENEUR en grisou d'après l'analyse	DIFFÉRENCE des teneurs par rapport à l'analyse en +	en —	OBSERVATIONS a) des expérimentateurs b) du rapporteur
1	2	3	4	5	6	7
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
I° COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN	1	0.0	0,1	»	0,1	
Fosse Renard n° 2.	2	0,1	0,4	»	0,3	
eine Lebret, 546 mètres	3	0,7	0,7	»	»	
	4	0,9.	1,0	»	0,1	a) Réglage trop bas.
	5	1 0	1,0	»	»	
	6	1,2	1,3	»	0,1	
	7	1,6	1,7	»	0,1	
COMPAGNIE DES MINES DE LIÉVIN.	8	0,3	0,3	»	»	b) La lampe était garnie avec de l'alcool de 95°.
Puits n° 1.	9	0,4	0,35	0,05	»	
	10	0,7	0,6	0,1	»	
COMPAGNIE DES MINES DE LENS. *Puits n° 3.*						
ne Alfred	11	2,2	2,2	»	»	
	12	1,3	1,2	0,1	»	
ne Beaumont	13	0,1	0,1	»	»	
	14	0,8	0,6	0,2	»	
	15	1,3	1,1	0,2	»	
Puits n° 7.						
n° 3 de la veine de 0,82.	16	0,5	0,5	»	»	
er du plan n° 5 . . .	17	0,2	0,3	»	0,1	b) Toutes les observations de la lampe qui ont donné des teneurs trop basses ont été faites dans des courants d'air, parfois assez vifs, qui, en refroidissant la lampe, ont abaissé la hauteur des auréoles.
ur général de la veine 0,82	18	0,1	0,4	»	0.3	
ur général bowelle 701	19	0,1	0,2	»	0,1	
ur Elisa bure de 500 . .	20	0,6	0,6	»	»	
à 800 mètres au sud. .	21	0,2	0 3	»	0,1	
te Barbe couchant. Voie 96	22	moins de 0,1	0,1	»	»	
te-Barbe couchant. Voie 119.	23	moins de 0,1	0,2	»	0,1	

En ne tenant pas compte, dans ces cinq tableaux, des observations portées entre parenthèses, qui concernent des périodes d'essai ou des mélanges que l'on peut croire non homogènes, il reste 200 comparaisons, dont les écarts entre les résultats de l'analyse et les teneurs fournies par l'observation de la lampe se répartissent ainsi :

Écarts nuls		36,0 p. 100
= 0,1 p. 100		45,5
= 0,2		12,5
= 0,3		4,5
= 0,4		0,5
= 0,5		1,0
> 0,5		0,0
	Total	100,0 p. 100

L'écart moyen est de 0,092 p. 100.

En faisant la moyenne de toutes les analyses correspondant aux mêmes hauteurs de cônes, on retrouve très exactement la même courbe des hauteurs d'auréole en fonction des teneurs que celle que j'ai déduite de mes expériences de laboratoire, sauf un léger écart de 0,1 p. 100 au maximum entre 1 et 2 p. 100. Mais les observations dans ces teneurs ont été presque toujours faites dans des atmosphères artificielles obtenues par arrêt de l'aérage et l'on n'est pas absolument sûr que le mélange d'air et de gaz fût homogène : aussi, étant donné d'ailleurs le faible écart constaté, je crois devoir conserver la première courbe publiée, dont l'échelle s'applique d'ailleurs indistinctement à toutes les lampes fournies actuellement par le constructeur.

En somme, la précision des dosages obtenus avec le nouvel indicateur de grisou est certainement supérieure à celle de la lampe Pieler, avec laquelle (sans parler des écarts de 1 p. 100 et même plus que j'ai fréquemment constatés entre leurs indications et celles de l'analyse chimique, tenant à des erreurs de réglage de la part des observateurs) la précision n'atteint pas 0,25 p. 100 dans les meilleures conditions pour un observateur très exercé, ainsi que j'ai pu le vérifier personnellement par des dosages de laboratoire.

Avec le nouvel indicateur, bien réglé, l'écart entre les teneurs accusées par la lampe et les résultats de l'ana-

lyse, est, quatre fois sur cinq, au plus égal à un millième ; il n'a atteint que très exceptionnellement 0,5 p. 100 aux fortes teneurs, et même pour celles-ci, l'écart a été souvent nul ou de 0,1 p. 100 seulement. On peut donc compter que, pour un observateur exercé, et opérant en atmosphère calme (les courants d'air vifs modifiant un peu le réglage par refroidissement du réservoir, ou faisant vaciller l'auréole), la précision des dosages faits avec le nouvel indicateur est de un millième près, de 0 à 3 p. 100 de grisou, c'est-à-dire à peu près du même ordre que la précision d'un dosage de laboratoire par combustion ou limite d'inflammabilité.

6. *Conclusions.* — En résumé, la pratique de quelques mois à laquelle vient d'être soumis le nouvel indicateur de grisou, rapprochée des résultats obtenus au laboratoire, montre que son degré de sécurité permet de le transporter en tous les points d'une mine comme une lampe de sûreté ordinaire de bonne construction, telles que les lampes Mueseler, Marsaut ou Fumat, et que si l'on tient exactement compte des recommandations que j'ai déjà formulées au cours des essais et que je crois devoir reproduire dans l'instruction ci-jointe, on arrive, avec quelque habitude, à des résultats comparables comme précision à ceux que donne une analyse de laboratoire. Cet appareil peut donc servir non seulement à la constatation des teneurs en gaz non décelées par les lampes à huile, mais encore à un dosage exact permettant de régler rationnellement les conditions d'aérage de la mine ; il permettra en outre d'étudier le mode de dégagement du grisou et sa répartition dans l'atmosphère de la mine, avec une précision beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, et les résultats obtenus dès à présent font espérer que l'on pourra élucider des points encore obscurs sur cette question importante.

INSTRUCTION

POUR L'EMPLOI DE

L'INDICATEUR DE GRISOU

De G. CHESNEAU, Ingénieur des mines.

Description de l'indicateur.

1. L'indicateur de grisou se compose essentiellement d'un réservoir à alcool, d'une couronne à double toile métallique, surmontée d'un cylindre plein en tôle, et d'un tamis en toile métallique. Les toiles métalliques sont de 196 mailles au centimètre carré, en fils de fer de $0^{mm},25$ d'épaisseur.

Le tamis est recouvert d'une cuirasse en tôle munie d'une fenêtre d'observation fermée par une lame de mica. Un diaphragme annulaire à l'intérieur de la cuirasse obture complètement le bas de celle-ci en appuyant sur le collet du tamis, avec interposition d'une rondelle en carton d'amiante pour diminuer l'échauffement de la cuirasse. Le haut de celle-ci est muni d'ouvertures protégées par un écran fixe qui empêche les courants d'air d'arriver en vitesse sur le tamis. Un second écran, mobile, formé d'un cylindre en clinquant, et placé devant le bas de la fenêtre en mica, empêche le dépôt de buée qui tend à se former à l'intérieur du mica dans les courants d'air frais.

Un troisième écran, fixe, protège la couronne à toile métallique. Il est muni d'orifices que l'on peut fermer au

moyen d'un anneau mobile, mais seulement dans les courants d'air très vifs, ou lorsque la lampe peut être exposée à des mélanges explosifs; on doit en effet tenir ces orifices *normalement* ouverts pour éviter que le réservoir ne s'échauffe et que le réglage de la flamme ne se modifie.

Nature de l'alcool employé.

2. L'alcool employé est de l'alcool méthylique ou « esprit de bois » d'une densité de 0,8275 à 15°, correspondant à 92°,5 à l'alcoomètre Gay-Lussac à la température de 15° centigrades (ce qui donne 93° Gay-Lussac à 20° centigrades). On peut obtenir l'alcool du degré voulu, soit en ajoutant de l'eau distillée à de l'alcool pur concentré, soit en mélangeant des alcools de titres différents dans une proportion telle que le mélange marque *exactement* le degré voulu. On doit ensuite ajouter à l'alcool ainsi obtenu 2 centimètres cubes (soit trente gouttes), par litre, d'une dissolution saturée de chlorure cuivrique cristallisé dans l'acide chlorhydrique concentré.

L'apparence des auréoles est sensiblement la même, que l'alcool normal soit obtenu avec de l'alcool pur ou ordinaire (*).

Mèche à employer.

3. La mèche doit être en qualité supérieure, et le tube porte-mèche doit y entrer aisément et sans la forcer, quand elle est sèche, car si la mèche serre trop le tube, l'alcool monte difficilement et la mèche charbonne au bout de quelque temps d'allumage. Le diamètre intérieur de la mèche doit être exactement de 9 millimètres,

(*) Mais elles sont de moins en moins nettes au fur et à mesure que le degré de l'alcool s'abaisse au-dessous du degré normal : 92°,5.

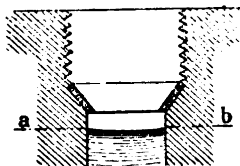
ce qui donne pour sa largeur totale, quand elle est aplatie, 15 millimètres ou 6 lignes 1/2.

4. On doit mettre une mèche neuve avant chaque tournée.

Préparation de la lampe avant chaque tournée.

5. La mèche doit être coupée au ras du tube porte-mèche à chaque extrémité, puis imbibée d'alcool normal afin de lui donner un serrage suffisant pour qu'elle ne glisse pas sur le tube pendant qu'on visse celui-ci. Le tube porte-mèche doit être ensuite vissé à fond dans le réservoir avant de remplir la lampe d'alcool : cette précaution est nécessaire pour éviter que l'alcool ne soit refoulé dans l'intervalle compris entre le tube porte-mèche et sa vis de rappel, et ne s'égoutte le long de celle-ci comme par un siphon, ce qui peut arriver quand on remplit le réservoir avant d'introduire le porte-mèche. On doit aussi s'assurer, dans le même but, que les orifices pratiqués dans l'écrou intérieur du tube porte-mèche ne sont pas encrassés et obturés.

6. La lampe ayant été remplie d'alcool normal jusqu'au niveau *ab* de l'orifice de remplissage (à 2 millimètres environ au-dessous de l'embase du bouchon de fermeture), on ferme le réservoir, on remonte la mèche avec la vis de rappel, et on l'allume après avoir vérifié que la mèche n'a pas glissé le long du tube et que celui-ci ne dépasse pas la mèche. On s'assure que les toiles métalliques de la couronne et du tamis sont en bon état, et que leurs mailles ne sont pas obstruées par la rouille ou la poussière, sinon on les brosse et nettoie à fond.



7. On met en place la couronne à tamis et le cylindre plein en tôle, après s'être assuré que le collet inférieur

du cylindre s'applique bien sur toute la surface correspondante de la couronne à tamis ; puis on place le tamis et, par-dessus son collet, la rondelle d'amiante, et l'on visse la cuirasse en ayant soin de ne pas déranger la couronne à tamis, de façon que son embase reste bien ajustée sur la saillie du réservoir. On vérifie que le serrage donné aux pièces mobiles par la cuirasse vissée à fond est suffisant, sinon, on ajoute une seconde rondelle d'amiante, d'épaisseur convenable, sur la première.

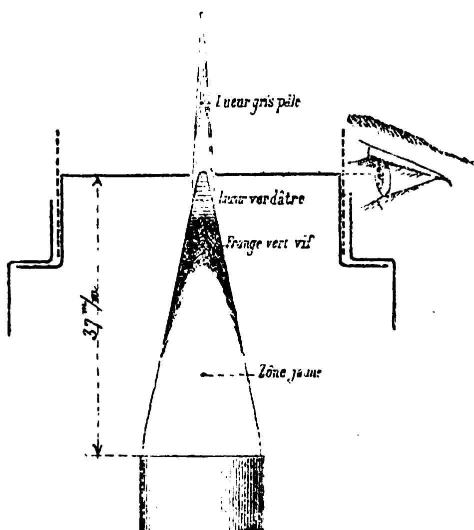
8. On doit laisser pendant vingt minutes au moins et trente minutes au plus, avant de la régler, la lampe allumée à feu haut (la partie éclairante de la flamme dépassant légèrement, d'environ 5 à 10 millimètres, le collet du tamis), les orifices de l'écran fixe inférieur étant fermés, de manière à faire prendre le plus vite possible à la lampe son régime définitif de température. Pendant ce temps, le cylindre mobile entourant la cuirasse doit être tourné de manière à masquer le bas de la fenêtre de mica pour dissiper, en échauffant celui-ci, la buée qui se dépose à l'intérieur de la fenêtre. Au moment de faire le réglage, on soulève le cylindre mobile de quelques centimètres pour bien démasquer le collet du tamis.

Réglage de la flamme dans l'air pur.

9. Le réglage de la flamme doit être fait vingt minutes au moins et une heure au plus après le debut de l'allumage. Dans tous les cas, il faut, *trente minutes au plus après le début de l'allumage*, ouvrir les orifices de l'écran inférieur, et régler, au moins approximativement, la flamme, pour que le régime de température soit convenable au moment du réglage définitif. La condition essentielle pour que le réglage soit exact est qu'il soit opéré dans une pièce obscure, *en atmosphère calme*, et que, au moment du réglage, la température du réservoir

ne diffère pas trop de celle que prend la lampe bien réglée, suspendue dans une pièce de température moyenne, les orifices de l'écran inférieur étant ouverts. Ainsi, un réglage exécuté dans un courant d'air, ou immédiatement après un parcours prolongé dans un courant d'air vif, donne des indications trop fortes. La hauteur de la flamme dans l'air pur est de 37 millimètres.

10. Pour exécuter le réglage dans l'air pur, on ouvre les orifices de l'écran protégeant la couronne à toile métallique (s'ils ne sont pas déjà ouverts), puis on tient la lampe de la main gauche par le réservoir, et l'on amène le bord supérieur du collet intérieur du tamis exactement au niveau de l'œil (voir croquis ci-dessous). De la main droite, on tourne la vis de rappel de manière à apercevoir, au-dessus du collet, la pointe conique de la flamme composée des quatre zones suivantes : une zone intérieure jaune, une frange vert vif, une lueur verdâtre qui termine la partie brillante proprement dite de la flamme, enveloppée et surmontée d'une lueur gris pâle traversée par instants de points rouges incandescents. On tourne alors la vis de rappel de manière à voir disparaître toute la lueur verdâtre comme l'indique le croquis ci-dessus. Quand on estime que la flamme est bien réglée ainsi,



on abaisse lentement la lampe, et l'œil, plongeant à l'intérieur du collet, aperçoit de nouveau les trois zones de la partie brillante de la flamme. On apprécie alors assez bien si la pointe de la lueur verdâtre est à peu près au niveau du bord supérieur du collet, on rectifie au besoin la hauteur de la mèche, puis on relève lentement la lampe et l'on constate si la lueur verdâtre disparaît bien quand le plan du bord du collet repasse par l'œil. On achève de vérifier si le réglage est bien fait, en s'assurant dans cette position que la moindre élévation de l'œil fait apercevoir la lueur verdâtre. On recommence le réglage au bout de deux ou trois minutes pour être bien sûr que la lampe a pris son régime définitif de température. Le réglage étant bien fait, il doit rester encore au-dessus du collet du tamis une lueur grise de 20 à 25 millimètres de hauteur appréciable (*).

Observation des auréoles.

11. La lampe ainsi réglée étant placée dans une atmosphère grisouteuse, on constate dès 0,1 p. 100 et très nettement à partir de 0,5 p. 100 que l'auréole se compose d'une partie conique bleue légèrement verdâtre dont la pointe est entourée et surmontée par une lueur grisâtre qui forme une sorte de capuchon superposé au cône bleu verdâtre et dont l'intensité diminue rapidement vers le haut (**). C'est la pointe A du cône bleu verdâtre qu'il faut viser, et c'est la hauteur de ce cône qui est caractéristique de la teneur en grisou. Si la pointe du

(*) Si l'alcool est d'un degré inférieur au degré normal, cette lueur prend une teinte verdâtre difficile à distinguer de la pointe verdâtre de la flamme brillante proprement dite.

(**) Voir la planche en couleur représentant l'aspect des auréoles aux différentes teneurs, publiée dans les *Annales des mines*, livraison d'août 1892 (Pl. VI).

cône paraît trouble, on obtient cependant sa position d'une façon assez exacte, en prolongeant par la pensée les côtés du cône, toujours nets vers la base, et en prenant la hauteur de leur intersection pour celle du cône bleu verdâtre. Jusqu'à 1,5 p. 100 de grisou, le cône a sensiblement la moitié de la hauteur totale de lueur appréciable.

A partir de 2 p. 100, la flamme propre de l'alcool, de couleur jaune frangée de vert, commence à surgir au-dessus du collet du tamis ; à mesure que la teneur s'élève, la flamme propre de l'alcool, le cône bleu verdâtre et la lueur grisâtre croissent simultanément de hauteur. A 3 p. 100, le cône bleu verdâtre atteint le haut du tamis ; au-dessus, on ne perçoit plus que la flamme propre de l'alcool qui continue à s'allonger jusqu'à 5,75 p. 100 de grisou, mais en ayant des contours confus. Au-dessus, la flamme disparaît du tamis et le mélange d'air et de grisou devenu inflammable ne brûle plus que dans la couronne à tamis, puis tout s'éteint en quelques secondes.

La lampe se prête donc surtout à des dosages de 0 à 3 p. 100 de grisou.

12. Pour faire une observation d'auréoles, on ouvre (à moins de fort courant d'air), s'ils ne sont déjà ouverts, les orifices de l'écran inférieur ; on tient d'abord la lampe de la main gauche à $0^m,50$ environ de l'œil, que l'on place aussi exactement que possible au même niveau que la pointe du cône bleu verdâtre, et l'on éclaire de loin la lampe grisoumétrique avec une lampe ordinaire tenue de la main droite en arrière de l'observateur. De cette façon, la lueur grisâtre qui surmonte le cône n'est plus appréciable, et l'on ne distingue que le cône bleu verdâtre. On évalue ainsi approximativement la hauteur du cône, que l'on précise ensuite en l'examinant de plus près et en écartant la lampe ordinaire. On peut se servir du cylindre

mobile comme curseur pour fixer la hauteur du cône bleu verdâtre, et lire ensuite la teneur correspondante sur la graduation peinte en blanc sur l'un des côtés de la fenêtre, et donnant en millièmes les teneurs pour chaque hauteur de cône. Une graduation en centimètres de l'autre côté de la fenêtre permet également de déterminer la hauteur des cônes bleus verdâtres.

Un observateur, exercé par plusieurs visites de travaux grisouteux, peut ainsi arriver à doser le grisou au millième près, de 0 à 3 p. 100. La lampe se prête à des dosages très précis pendant trois heures à partir de l'allumage, et peut ensuite servir encore pendant une heure environ comme indicateur de la présence du grisou sans en donner la proportion exacte.

13. Pour s'accoutumer le plus rapidement possible à l'observation des auréoles, on peut augmenter la proportion de chlorure de cuivre (le double par exemple de l'alcool normal) de façon à colorer plus fortement les cônes bleus verdâtres. Lorsqu'on est ainsi arrivé à bien distinguer ceux-ci de la lueur grisâtre qui les surmonte, même aux faibles teneurs, on reprend l'alcool normal qui convient mieux à tous les cas.

Pour les très faibles teneurs (moins de 0,5 p. 100), on peut, si l'on ne distingue pas nettement la pointe du cône bleu verdâtre, observer la hauteur totale de lueur appréciable, et prendre la moitié comme hauteur du cône caractéristique de la teneur en grisou. Il ne faut pas oublier que, quelque faible que soit celle-ci, la hauteur du cône bleu verdâtre ne doit jamais descendre au-dessous de 12 millimètres (moitié de la hauteur de lueur grisâtre appréciable dans l'air pur) (*); sinon, on a fait un réglage *trop bas*.

(*) Cela tient à ce que, si faible que soit la proportion de grisou, ce gaz est complètement brûlé par l'oxygène de l'air à partir d'une certaine température déterminée. Le cône bleu verdâtre de combustion du grisou sera donc formé par la zone, surmon-

Si des cônes bleus de hauteur correspondante à plus de 0,5 p. 100 paraissent troubles et mal formés, c'est que le réglage a été fait *trop haut*.

14. Il faut éviter de faire des observations dans des courants d'air vifs qui influent sur la hauteur des auréoles soit en refroidissant beaucoup la lampe, soit en faisant osciller l'auréole : il est bon, dans ce cas, de mettre la lampe dans un abri, si l'on veut faire un dosage précis.

15. Pour la recherche du grisou dans les cloches, il est bon, avant d'y introduire la lampe grisoumétrique, de vérifier avec une lampe ordinaire, en prenant les précautions voulues, qu'il ne s'y trouve pas de mélange explosif, sans quoi on risque d'éteindre la lampe grisoumétrique avant qu'on ait eu le temps de la ramener dans l'air pur. Comme il faut au maximum $0^{m},15$ de différence de niveau entre un mélange grisouteux et les orifices d'admission d'air dans une lampe pour que le grisou commence à y être appelé par le tirage, la lampe grisoumétrique, en raison de sa hauteur et de son mode d'admission d'air, peut n'indiquer qu'une faible proportion de grisou, alors que le haut de la cuirasse est plongé dans du grisou, même pur, qui n'entre que très dilué par l'air, dans le bas de la lampe. Mais dans ce cas, les auréoles ont une forme particulière de cône tronqué reconnaissable, et qu'il est d'ailleurs très facile de reproduire en élevant la lampe lentement dans une cloche ou un bocal renversé dans lequel on fait arriver du gaz d'éclairage par un tube (*).

---

tant la flamme de l'alcool, dont la température est supérieure à cette valeur déterminée; or, cette zone a précisément, pour hauteur, environ la moitié de la lueur totale appréciable. Lorsque la teneur augmente à partir de zéro, la hauteur du cône part donc, non pas de zéro, mais de 12 millimètres, avec le réglage adopté.

(*) Les auréoles que donnent les mélanges d'air et de gaz d'éclairage sont d'ailleurs toujours beaucoup plus pâles que celles des mélanges d'air et de grisou.

16. En cas d'extinction au cours d'une tournée et de rallumage au fond, il faut avoir soin d'essuyer le dépôt de sous-chlorure de cuivre sur la mèche avant de la rallumer et attendre, pour régler la flamme dans l'air pur, que la lampe ait repris son échauffement normal (voir 9).

Recommandations diverses pour les tournées dans les travaux.

17. On ne doit exposer la lampe aux courants d'air vifs que lorsque le réservoir a pris son échauffement normal, sans quoi, elle risque de s'éteindre. Pendant la descente dans le puits (surtout s'il sert de retour d'air) il est préférable de placer la lampe au fond d'un wagonnet. En aucun cas, il ne faut essayer de la protéger contre les courants d'air violents en l'abritant sous les vêtements, car on diminue le tirage naturel et on amène l'extinction de la lampe. Dans les galeries parcourues par un courant d'air vif, le mieux est de tenir la lampe suspendue à la main; en évitant de la balancer en marchant, après avoir fermé les orifices de l'écran inférieur; quand on passe d'un air calme dans un courant violent, il faut éviter de le faire brusquement. Avec ces précautions, la lampe résiste a des vitesses de courants d'air de 6 mètres et même davantage.

La lampe s'éteint rapidement quand on la place horizontalement.

18. Lorsque par suite de la fraîcheur de l'air, il se dépose de la buée à l'intérieur du mica, il suffit de recouvrir la base de celui-ci pendant quelques instants avec le cylindre mobile, pour dissiper la buée, avant de faire l'observation.

Entretien de la lampe.

19. Après chaque tournée, il faut retirer le tube porte-mèche du réservoir, jeter la mèche et revider l'alcool qui

peut s'égoutter du réservoir, de manière à diminuer le plus possible l'action corrosive du chlorure acide de cuivre, qui tend à former avec le métal du réservoir et du porte-mèche un précipité insoluble de sous-chlorure de cuivre. L'ouate placée dans le réservoir a pour but d'absorber ce sous-chlorure et de l'empêcher d'encrasser la mèche. L'alcool, ainsi revidé, est légèrement trouble par suite de ce dépôt : on peut s'en servir de nouveau, en le conservant dans un flacon où l'on a placé 2 ou 3 grammes d'ouate qui absorbe tout le sous-chlorure et clarifie complètement l'alcool, sans quoi celui-ci, reversé dans la lampe, encrasserait la mèche qui charbonnerait et donnerait des auréoles très confuses et très pâles. C'est pour la même raison qu'il faut changer la mèche avant chaque tournée, et le coton du réservoir de temps en temps, dès que l'alcool sort franchement trouble du réservoir au bout de deux ou trois heures de séjour : il faut alors retirer l'ouate du réservoir avec un petit crochet, et y replacer, par portions, 6 grammes d'ouate très exactement pesés, après avoir vissé à fond le tube porte-mèche pour réserver sa place au milieu de l'ouate.

20. Lorsque le mica se ternit, on peut, pendant un certain temps, lui rendre sa transparence en le frottant doucement à l'intérieur et à l'extérieur avec un linge sec très fin ou une peau de chamois ; si le mica est sali par des corps gras, on peut le nettoyer à l'essence de térébenthine. Lorsque ces moyens ne suffisent plus, il faut renouveler le mica. Pour introduire le mica dans son logement, on doit le placer, pour qu'il ne soit pas éraflé, entre deux feuilles de papier fort de mêmes dimensions que la plaque de mica, et introduire le tout dans les glissières de la fenêtre ; on retire ensuite successivement chaque feuille de papier. Le mica doit être assez mince pour pouvoir être très facilement cintré sans se gondoler ; l'épaisseur qui convient le mieux est $0^{mm},1$ à $0^{mm},07$.

Plus mince, il est un peu trop fragile; plus épais, il empêche de bien voir les auréoles, et la buée qui se forme à l'intérieur dans l'air froid est plus difficilement dissipée par le cylindre mobile. La présence des corps gras sur le mica rend aussi la buée plus persistante.

21. Au bout d'un certain temps, l'extrémité supérieure du tube porte-mèche se corrode (par l'action du chlorure cuivrique à haute température). Il faut, quand cet état devient gênant pour couper bien régulièrement la mèche, raviver l'extrémité du tube avec une lime plate très fine.

22. Il est absolument nécessaire de nettoyer la couronne à tamis et le tamis très fréquemment et de vérifier avant chaque tournée leur état de propreté. En effet, comme en vue de l'extinction dans les mélanges explosifs, le tirage est réduit au strict nécessaire dans l'air pur, par la faible section donnée aux orifices d'entrée et de sortie d'air, il faut, en revanche, éviter que les mailles des toiles métalliques ne s'encrassent et s'obstruent par la rouille ou les poussières; sans quoi, le tirage étant trop réduit, les auréoles se troublent et vacillent, la flamme monte et descend sans raison apparente et la lampe s'éteint facilement dans les courants d'air ou par l'agitation. Il faut donc tenir constamment le tamis et surtout la couronne à tamis très propres, et, à cet effet *les brosser soigneusement avant et après chaque tournée*, les laver de temps en temps à la potasse ou au savon, s'ils sont encrassés par des poussières, et si le tamis est trop rouillé pour qu'un brossage à l'intérieur et à l'extérieur de la toile métallique en débouche toutes les mailles, on doit l'imbiber d'huile, le flamber et brosser ensuite soigneusement.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les tamis des lampes à alcool se rouillent beaucoup plus vite que ceux des lampes à huile dont la matière grasse protège les

parties en fer, et qu'il est, par suite, nécessaire de renouveler plus fréquemment que pour celles-ci les tamis de l'indicateur de grisou.

Le tableau suivant résume les différentes difficultés que l'on peut rencontrer dans l'emploi de l'indicateur de grisou, et renvoie, pour y remédier, aux numéros des instructions qui précèdent:

1° Le réservoir fuit : mèche placée après remplissage du réservoir ou non coupée au ras de la partie inférieure du tube (n° 5) ;

2° Le tube porte-mèche se corrode rapidement et devient friable à la partie supérieure : on a laissé dépasser le métal du tube au-dessus de la mèche (n°s 6, 21) ;

3° La lampe s'éteint facilement dans les courants d'air : couronne à tamis et tamis obstrués par la poussière ou la rouille (n° 22) ;

4° La buée déposée sur le mica n'est dissipée que difficilement par le cylindre mobile : mica trop épais, ou sali par une matière grasse (n°s 18, 20) ;

5° Les auréoles sont peu nettes même au-dessus de 0,5 p. 100 : mèche trop serrée (n° 3) — ouate imbibée de sous-chlorure de cuivre (n° 19) — on a omis de changer la mèche avant la tournée (n°s 4, 19) — réglage trop bas ou trop haut (n°s 9, 13) — alcool non conforme à l'alcoo normal (n°s 2, 10) — couronne à tamis et tamis sales (n° 22) ;

6° Les auréoles sont troubles et vacillantes aux teneurs de 1 à 3 p. 100 : couronne à tamis et tamis obstrués par les poussières ou la rouille (n° 22) ;

7° Les auréoles ont la forme de cônes tronqués forme spéciale des auréoles quand, seul, le haut de l lampe est plongé dans le grisou (n° 15).

Paris, le 10 février 1893.

G. CHESNEAU.

BULLETIN.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE L'EMPIRE D'ALLEMAGNE POUR LES ANNÉES 1882 A 1891.

Les *Annales des mines* ont publié à plusieurs reprises, au cours de ces dix dernières années, des données statistiques relatives à l'industrie minérale de la Prusse, mais il n'a pas été donné de renseignements d'ensemble sur la production de l'Empire d'Allemagne. Aussi a-t-il paru utile de réunir dans le tableau suivant les résultats de la décade de 1882 à 1891 :

ANNÉES	HOUILLE		LIGNITE		GRAPHITE	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	52.118.595	329.467.034	13.259.616	44.471.351	2.161	259.647
1883	55.943.004	361.162.991	14.499.644	47.978.595	2.945	242.027
1884	57.233.875	367.499.636	14.879.945	48.681.364	1.955	112.791
1885	58.320.398	372.618.851	15.355.117	49.664.733	3.379	197.430
1886	58.056.598	369.895.065	15.625.986	49.473.383	2.906	149.691
1887	60.333.984	382.625.091	15.898.634	49.447.699	2.960	229.201
1888	65.386.120	419.507.790	16.573.963	50.302.552	3.353	230.871
1889	67.342.171	473.648.252	17.631.059	54.519.656	3.327	212.160
1890	70.237.808	661.794.284	19.053.026	61.215.671	4.355	363.691
1891	73.715.653	725.107.391	20.536.625	66.623.968	3.824	361.817

ANNÉES	ASPHALTE		BITUME		SEL GEMME	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	37.120	310.486	8.158	923.335	322.112	2.592.711
1883	42.930	320.709	3.755	432.450	336.401	2.570.573
1884	41.139	284.931	6.490	677.921	314.797	2.386.120
1885	45.412	315.061	5.815	578.858	377.491	2.401.927
1886	42.894	265.772	10.385	1.182.700	444.397	2.615.309
1887	31.483	228.934	10.444	1.147.740	405.420	2.290.337
1848	41.534	313.958	11.920	1.264.307	414.557	2.233.373
1889	43.496	400.053	9.591	1.083.839	514.591	2.773.425
1890	51.144	464.924	15.226	1.527.699	557.060	3.042.012
1891	49.150	462.126	15.315	1.459.405	566.673	3,664.191

ANNÉES	KAINITE		AUTRES SELS de potasse		SELS DIVERS (kiesérite, glaubérite)	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	141 272	2.498 417	1.060 120	11.858.261	8.130	88.911
1883	230.071	3.824.919	959 292	10.506.612	4.850	53.581
1884	203.120	3.551.215	766 076	9.292.922	4.917	53.595
1885	242.281	4.573.836	678.662	9 115.611	4.207	46.296
1886	240.421	4.333.307	704 849	9.535.247	13.850	139.243
1887	239.412	4.193.088	840.691	11.607.560	23 245	219 260
1888	318.576	5.739.995	916.759	12 604 702	13.269	128 894
1889	324.177	5 813.743	861 273	12.799.835	10.951	104.485
1890	361.827	6 395 704	913.030	13.904.899	8 030	85 848
1891	472.256	8.372.071	898.993	13.635.752	7.454	80.265

ANNÉES	BORACITE		MINERAIS SULFATÉS divers et alunite		PYRITE	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	118	111.325	23.742	53 888	158.419	2.220 815
1883	199	132.777	13.198	50.594	149.521	1.673 149
1884	166	136.683	13 813	40 012	150.130	1.610 526
1885	140	82 566	7.207	24.055	116 212	1 179.128
1886	144	64.172	2.523	9.231	113.656	1 105 993
1887	153	75.115	550	5.689	101.136	948.697
1888	180	70 688	515	5 812	109.516	1 013 677
1889	121	44.569	696	7,360	117.366	1.095 452
1890	182	67.456	1.379	9.450	122.372	1.239.541
1891	177	62.290	2.406	7.466	128.288	1.178 181

ANNÉES	MINERAIS DE FER		MINERAIS DE PLOMB		MINERAIS DE ZINC	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	5.786.449	41.073.411	177.656	25.363.755	694.711	14.651 852
1883	6.180.641	40 882.492	169 754	22 251 754	677.794	10.935 222
1884	6.554.342	39.588.776	162.772	19 359.776	632.040	9.617 830
1885	6.509.379	35.099.343	157.869	18 564 651	680.654	9.406.309
1886	6.051 579	30.583.970	158.505	19.579.911	705.177	9.498.070
1887	6.701.395	35 257 029	157.570	19.585.585	900.712	12.327.182
1888	7.402.382	41.307.259	161.777	20.521.139	667.761	16.908 824
1889	7.831 569	49.588 397	169.569	21.808.300	708.829	21.758.674
1890	8.046 719	50.752.715	168.224	22 260.921	759.437	28.801 673
1891	7.555.461	41.042.538	159.215	20.486.820	793 544	30.692.849

ANNÉES	MINERAIS DE CUIVRE		MINERAIS D'OR et d'argent		MINERAIS D'ÉTAIN	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	566.509	18.106.342	22 977	5.327.430	158	269.953
1883	613.211	19.765.267	25.302	5.412.573	139	187.490
1884	593.330	22.320 683	25 186	5.927.321	185	210.699
1885	621.381	23.683.051	24.561	5.276 546	196	233.305
1886	495 756	17.730.869	21.230	5 508.4 .8	131	204.980
1887	507.587	18.898.609	25 726	5 138.596	126	202.952
1888	530.956	21.548.411	20.390	5.004.379	152	221.846
1889	573 290	22.384.780	22.261	4 971.3 0	120	161.460
1890	596 100	24.805 083	21 360	5.638 321	102	143.905
1891	587.626	25.663 666	22.569	5.666.477	75	112.369

ANNÉES	MINERAIS DE COBALT, de nickel et de bismuth		MINERAIS de manganèse		MINERAIS D'ANTIMOINE	
	Qnautite	Valenr	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	323	677.218	6.735	327.294	75	9.831
1883	399	681.212	6.488	261.102	37	5.555
1884	476	653 853	9.673	329.620	25	5.592
1885	617	659.734	16.628	515 407	5	1.934
1886	344	597.215	27.050	1.002.877	2	867
1887	319	668.469	38.385	1.258.199	2	836
1888	339	714.727	28 710	821.821	2	539
1889	793	615 289	45.167	1.165.022	1	304
1890	976	783 942	41.841	966.188	1	369
1891	1.074	783.894	40 335	996.027	1	199

ANNÉES	MINERAIS D'ARSENIC		MINERAIS D'URANE et de Wolfram		TOTAUX	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
	tonnes	francs	tonnes	francs	tonnes	francs
1882	480	35.281	63	45 790	74.396.029	500.745.460
1883	275	19.513	57	45.376	79.859.907	529.399 562
1884	1 240	100 523	43	49.612	81.625.705	532 485.001
1885	1 824	142.670	31	48.596	83.169 446	534.432.892
1886	1.140	81.243	48	108 251	82.719 571	523.695.824
1887	323	24 460	33	81.422	86.223.280	545.461.751
1888	1 521	100 743	42	45.979	92.604 291	600.645 430
1889	2 668	151.807	45	66.999	96.243.434	675.205.181
1890	2.655	157.725	42	45.628	100.962 906	881.467.769
1891	3.124	160.210	47	51 977	105.660,005	946.681.949

(*Extrait par* M. M. BELLOM, *ingénieur des mines*, *des* Vierteljahreshefte zur Statistik des Deutschen Reichs.)

LES RICHESSES MINIÈRES DE CUBA

par M. L. de Launay, ingénieur des mines.

L'île de Cuba dessine un arc de cercle, sur la majeure partie duquel les terrains ont été plissés parallèlement à la longueur de l'île : c'est-à-dire, à l'est de la Havane, N.-O.-S.-E.; au contraire, au S.-E. de l'île, une chaîne élevée, que constituent la Sierra Maestra et la Sierra del Cobre, est dirigée est-ouest, comme la côte même auprès de Santiago de Cuba.

Les terrains reconnus comprennent : granite, syénite, porphyre, et paléozoïque (*); puis (exclusivement à l'ouest de la Havane), du trias et du jurassique; du crétacé (notamment dans la Sierra Maestra) avec des serpentines intercalées et une brèche de porphyre dioritique, dite *Blue-brache;* du tertiaire, et enfin du quaternaire, avec d'importants récifs coralliens.

Le tertiaire paraît avoir couvert la totalité de l'île; il présente de l'éocène avec *Orbitoides Mantelli*, du miocène avec *Carcharodon megalodon* et du pliocène.

C'est dans la partie orientale de l'île, autour de Santiago de Cuba, que se trouvent les principaux gisements métallifères de Cuba, pour la plupart en relation, d'après M. de Castro, avec les serpentines.

L'exploitation du fer, du manganèse et, accessoirement, du cuivre, s'y est développée notablement, depuis 1885, en particulier par l'intervention de sociétés américaines qui exportent, jusqu'ici, tous les minerais aux États-Unis.

Les mines, dont nous allons indiquer la nature, d'après un rapport au Foreign Office, sont situées principalement à l'est ou au nord de Santiago, dans les derniers rameaux de la Sierra Maestra (2.500 mètres), qui forme un mur est-ouest séparant la ville du reste de l'île (**).

(*) Douteux, d'après Suess (*Antlitz der Erde*, t. I, p. 702.)

(**) Voir, dans la *Géographie* d'Élisée Reclus, la carte de Cuba, t. XVII, p. 659. Le rapport au *Foreign Office*, n° 1132, que nous allons résumer, donne une carte des concessions minières au nord et à l'est de Cuba. Nous avons puisé, en outre, quelques renseignements dans un ouvrage intitulé : *Mines and mining laws of Latin Amerika* (Washington, 1892), et dans diverses autres publications.

On peut consulter spécialement sur Cuba :

1854. Policarpo Cia — *Observ. geol. de una gran parte de la isla de Cuba* (Revista minera, p. 365, 393, 420, 451).

1876. D. Miguel Rodrigues Ferrer — *Naturaleza y civilisacion de la grandiosa isla de Cuba* (Madrid).

Cette chaîne est composée surtout de crétacé (grès vert, schistes et un peu de calcaire, plongeant généralement au nord) avec des pointements de serpentine sur les crêtes, et bordée, au nord et au sud, par deux bandes parallèles de tertiaire.

Parmi les *mines de fer*, on cite, en premier lieu, celles de *Juragua*, situées à 27 kilomètres à l'est de Santiago et reliées à la ville par une voie ferrée. Ces mines, appartenant à une compagnie américaine, ont produit :

1884	1886	1888	1889	1890	1891
21.000 tonn.	114.000 tonn.	208,000 tonn.	261.000 tonn.	363.000 tonn.	159.000 tonn.

Elles ont réalisé, jusqu'en 1890, de grands bénéfices; mais par suite de la baisse de prix des minerais de fer aux États-Unis, elles ont dû réduire leur extraction en 1891.

Également à l'est de Santiago, se trouve le groupe minier de *Madalena* et Naranjito, dont les principales mines appartiennent, depuis 1889, à la Spanish-American Iron Company, reliée au port de Daiquiri par un chemin de fer.

Enfin la Signa Iron Company s'est formée, en 1890, pour exploiter des mines à Arroya de la Plata, à l'est de Santiago, à 8 kilomètres de la côte.

Voici des analyses de minerais de Cuba :

	GROUPE		
	de Berracos	de Carpintero	de Moa
Fer métallique	65,10 à 68,05	61,0 à 68,50	43,43
Silice	0,065 à 2,49	5,0 à 10,50	4,19
Oxyde de titane	»	»	4,09
Manganèse	»	»	0,21
Oxyde de chrome	»	»	15,31
Phosphore	0,036 à 0,042	0,009 à 0,036	0,024
Soufre	»	0,043 à 0,148	»

Les *mines de manganèse* se trouvent principalement au nord

1880. Salterain — *Descr. fis. geol. de las jurisdic. de la Habana y Guanabacoa.*

1881. Fernandez de Castro — *Pruebas paleont. de que la isla de Cuba ha estado unida al Contin. Amer. y breve idea de su constitucion geologica.* (Bol. de la Comision del mapa geol. de Espana, t. VIII, p. 357, avec carte géologique de Cuba insérée au tome XI, pl. 6.)

1882 Crosby — *On the elevated Coral reefs of Cuba* (Proc. Bost. Soc. nat. hist., XXII, p. 124).

1884. D. Manuel Fernandes de Castro — *Estudio sobre las minas de oro de la isla de Cuba* (Häbana).

de Santiago, souvent à proximité du chemin de fer de Cristo et Sabanilla.

Parmi les principaux gîtes, on cite ceux de Boniato et dos Bocas; ceux de Ponupo, dans le M[t] Venturas, dont on a estimé le cube à 120.000 tonnes, et qu'une compagnie américaine à commencé à exploiter en 1890; ceux de Portillo, près du port du même nom, où le minerai est souvent siliceux, etc... Le minerai est surtout de la pyrolusite. La teneur en manganèse varie de 38 à 56 p. 100 avec 1 à 3 de fer, un peu de baryte, d'alumine et une assez forte proportion de silice.

La première société qui se soit formée (1887) pour l'exploitation du manganèse, est l'Empire Manganese C°, qui, en 1888, a expédié 1.300 tonnes.

Toute la production de manganèse est exportée aux États-Unis (22.000 tonnes en 1890; 10.000 en 1891) et, jusqu'en 1892, exclusivement à la Carnegie C°.

Le prix était, au début, de 1[f],85 par unité; il est tombé, en 1891, à 1[f],35, soit pour un minerai à 50 p. 100, 66 francs. Le fer augmente la valeur; la silice, au delà de 48 p. 100, la diminue de 0[f],60 par unité.

On songe actuellement à exporter une partie de ces minerais en Angleterre, où ils viendraient faire concurrence à ceux du Caucase et du Chili.

On exploite un peu de *cuivre* dans la Sierra Maestra, entre les villes de Cobre et de Caney, des deux côtés d'un chemin de fer reliant Santiago à Cristo.

Ces gisements de cuivre, comme ceux d'or que nous mentionnons plus loin, sont en relation directe avec des diorites et serpentines, intercalées au milieu du crétacé et certainement antérieures au tertiaire (*).

Le minerai est de la chalcopyrite, oxydée au voisinage de la surface et contenant alors du cuivre natif. En 1853, Cuba produisait 2.200 tonnes de cuivre.

Actuellement, on cite, parmi les exploitations de cuivre, celles de San Pedro (6 mines) et celles de Caney (17 mines).

Le seul gîte important reconnu est celui de Cobre, qui a été exploité autrefois par une compagnie anglaise jusqu'à 360 mètres de profondeur et est aujourd'hui abandonné.

Cuba renferme, en outre, quelques veines de *galène argentifère*; mais surtout, l'île a été fameuse jadis pour sa grande richesse

(*) Cf. Davies, *Metalliferous minerals*, p. 157.

en *or*. Au début du XVI[e] siècle, Peter Martir (mort en 1525) parle d'elle comme produisant, en moyenne, 1.680.000 francs d'or (187.000 castellanos). Las Casas et Herrera confirment le fait et vantent l'or de Cuba pour sa grande malléabilité, etc. Aujourd'hui, on lave seulement un peu d'or dans les alluvions de Hoguin.

Enfin, Cuba produit une certaine quantité d'*asphalte*, et même de pétrole, provenant, soit du tertiaire, soit surtout du crétacé, souvent le long d'affleurements serpentineux (*).

Les compagnies minières ont généralement amené leurs ouvriers de l'étranger (espagnols, allemands, italiens); l'importation des travailleurs de couleur est interdite. On paye, en moyenne, les hommes 5[f],20 par jour et l'on peut les nourrir pour 1[f],50.

Dans les mines nouvelles, les terrassements amènent souvent des fièvres, qui tendent à disparaître ensuite.

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE

RÉPUBLIQUE DU TRANSVAAL

Loi de 1892 sur l'exploitation des mines.

Par une loi récente du 18 août 1892, le gouvernement du Transvaal vient d'apporter de nouvelles modifications à la loi organique sur les mines d'or, du 15 février 1888 (**), qui avait déjà été modifiée en 1891 (***). Comme en 1891, ces changements ont été introduits dans le texte originaire en en conservant le numérotage primitif. Nous ne nous arrêterons qu'à celles des nouvelles dispositions qui paraissent présenter quelque intérêt.

Nous rappelons que l'exploitation des mines d'or peut être faite sous deux régimes bien différents, soit par *baux miniers* (*mijnpachtbrieven*) renouvelables, délivrés au propriétaire du sol ou à son cessionnaire, soit par *claims* que tout individu peut acquérir par la priorité d'occupation, mais seulement dans les districts officiellement déclarés *périmètres miniers* (*publicke delverijen*), cette acquisition par priorité d'occupation ne pouvant

---

(*) Voir, sur ces gîtes d'asphalte, notre *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, t. I, p. 92 et 169.

(**) Voir l'analyse de cette loi, 8[e] série, t. XV, p. 690.

(***) Voir le résumé des modifications introduites par cette loi, 9[e] série, t. II, p. 110.

d'ailleurs s'exercer par un tiers quelconque que pour un *claim* et en respectant le privilège reconnu, par droit de préférence, à l'inventeur pour un *zoekersclaim* et aux propriétaires du sol pour leurs *eigenaarsclaims*.

La nouvelle loi apporte quelques modifications à l'un et à l'autre de ces régimes.

Le *mijnpachtbrief*, d'après l'article 50, § *a*, ne pourra pas avoir une étendue inférieure à 150 sur 150 pieds ($45^m \times 45^m = 2.025^{mq}$), ni supérieure à 500 sur 500 pieds ($150^m \times 150^m = 22.500^{mq}$), ce qui le rend tout à fait assimilable aux *claims*.

Nous avions signalé précédemment les doutes que laissait la loi sur le renouvellement des *baux miniers*. Un nouvel article 23 B précise mieux aujourd'hui la question. Il paraît en résulter un droit de renouvellement indéfini pour le propriétaire; celui qui a obtenu, au contraire, un *mijnpachtbrief* en qualité de cessionnaire du propriétaire ne peut obtenir le renouvellement de son bail minier que s'il justifie être toujours aux droits du propriétaire en en ayant obtenu, s'il y a lieu, une prorogation de cession.

En ce qui concerne les *périmètres miniers publics*, la nouvelle loi s'est particulièrement attachée à favoriser l'invention de gîtes nouveaux par l'accroissement des privilèges de l'inventeur.

Jadis n'avait droit à un *zoekersclaim* que l'inventeur d'un gîte nouveau situé à 12 milles (19 kilomètres) d'autres exploitations; cette distance est aujourd'hui réduite de moitié. D'autre part, ce n'est plus seulement à un *zoekersclaim* que l'inventeur a droit, mais à six, de filon ou d'alluvion, avec la même exemption de taxe pour tout le temps que l'inventeur les exploitera.

Ce privilège, que l'inventeur tirait de l'article 9, ne pouvait être revendiqué que pour une localité non comprise encore dans la zone d'un périmètre minier public. Pour les terrains compris dans cette zone, un nouveau paragraphe inséré à la fin de l'article 62 assure à l'inventeur de nouveaux filons aurifères exploitables la faculté de prendre par simple occupation douze *claims*, — alors, on l'a dit, que normalement on ne peut en acquérir ainsi qu'un par périmètre; — en outre, les premiers mois, ces claims ne payeront chacun que 8^f,12 au lieu de la taxe normale de 25 francs.

Toutes les autres modifications de la loi de 1892 n'ont pas assez d'intérêt général pour être mentionnées ici.

L. A.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 1er février 1893, réglementant les appareils à vapeur placés à bord des bateaux qui naviguent dans les eaux maritimes.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics;

Vu l'ordonnance du 17 janvier 1846, relative aux bateaux à vapeur français qui naviguent sur mer (*) ;

Vu la loi du 21 juillet 1856, concernant les contraventions aux règlements sur les appareils et bateaux à vapeur (**) ;

Vu l'avis de la commission mixte spéciale, chargée d'étudier la revision de l'ordonnance ci-dessus visée ;

Vu les avis des ministres de la marine; des finances; des affaires étrangères; du commerce, de l'industrie et des colonies ;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Sont assujettis aux dispositions du présent décret les bateaux français à bord desquels se trouvent des appareils à vapeur et qui naviguent sur mer, sur les étangs d'eau salée et dans la partie maritime des fleuves, en aval d'une limite déterminée, pour chaque fleuve, par décret rendu, après enquête, sur le rapport du ministre des travaux publics et du ministre de la marine.

(*) *Annales des mines*, 1er volume de 1846, p. 621.

(**) Volume de 1856, p. 117.

TITRE Ier. — DES PERMIS DE NAVIGATION.

SECTION Ire. — *Formalités préliminaires.*

Art. 2. — Aucun bateau à vapeur ne peut être mis en service sans un permis de navigation délivré après vérification de l'état des générateurs de vapeur et de l'appareil moteur, sans préjudice de l'exécution des conditions imposées à tous les navires de commerce français, tant par le code de commerce que par les lois et règlements sur la navigation.

Toute demande en permis de navigation est adressée par le propriétaire du bateau au préfet du département où se trouve le port d'armement de ce bateau.

Art. 3. — Dans sa demande, le propriétaire fait connaître :

1° Le nom du bateau, son port d'armement et son port d'attache ;

2° Ses principales dimensions, son tirant d'eau, lège et au maximum de charge, et le déplacement qui ne doit pas être dépassé, exprimé en tonneaux de 1.000 kilogrammes ;

3° Les hauteurs de la ligne de flottaison, correspondant au déplacement maximum, rapportées à des points de repère invariablement établis au-dessus de cette flottaison, à l'avant, à l'arrière et au milieu du bateau ;

4° Le service auquel le bateau est destiné (transport de passagers ou marchandises, remorquage, etc.) et le genre de navigation qu'il est appelé à desservir (long cours, cabotage, bornage, etc.) ;

5° Le nombre maximum des passagers qui pourront être reçus dans le bateau ;

6° Le nom et le domicile du vendeur des chaudières, ou l'origine de ces appareils, la nature des matériaux employés pour la construction de leurs diverses parties ;

7° Les surfaces de grille et de chauffe et la capacité des chaudières, ainsi que les volumes d'eau et de vapeur dont la somme forme cette capacité ;

8° Le numéro du timbre exprimant, en kilogrammes par centimètre carré, la pression effective maximum sous laquelle ces appareils doivent fonctionner ;

9° Un numéro d'ordre distinctif par chaque chaudière, si le bateau en porte plusieurs ;

10° Le nombre et la définition des soupapes de sûreté ;

11° Le système des machines et leur puissance en chevaux de 75 kilogrammètres par seconde, indiqués sur les pistons;

12° Les dispositions générales de l'appareil moteur;

13° S'il y a lieu, le nombre, la capacité et le timbre des récipients de vapeur placés à bord.

Cette demande est accompagnée d'un dessin détaillé et coté des chaudières et des soupapes de sûreté, et d'un plan d'ensemble du bateau, figurant les soutes à marchandises et à charbon, avec indication de leur capacité, et les aménagements affectés aux passagers.

Elle est envoyée par le préfet à la commission de surveillance compétente, conformément à l'article 35 du présent décret.

SECTION II. — *Des visites et des essais des bateaux à vapeur.*

Art. 4. — La commission de surveillance visite le bateau à vapeur à l'effet de s'assurer :

1° Si les chaudières et les récipients ont été soumis aux épreuves voulues, et si ces appareils sont pourvus des moyens de sûreté prescrits par le présent décret;

2° Si les chaudières, à raison de leur forme, du mode de jonction de leurs diverses parties, de la nature des matériaux employés, ou autres conditions de leur construction, ne présentent aucune cause particulière de danger;

3° Si l'on a pris toutes les précautions nécessaires, d'une part, pour prévenir les chances d'incendie, et, d'autre part, dans le cas spécial où le bateau serait destiné à un service de passagers, pour éviter tous autres accidents qui pourraient être causés par l'appareil moteur.

Art. 5. — Indépendamment de la visite, la commission assiste à un essai dont elle trace le programme en se conformant aux conditions qui seront définies par une instruction ministérielle; elle en constate les résultats et détermine notamment la puissance des machines motrices.

Le propriétaire fournit le personnel et le matériel nécessaires pour cet essai et en supporte tous les frais.

Art. 6. — La commission dresse un procès-verbal de ses opérations et l'envoie immédiatement au préfet du département, avec ses propositions motivées concluant à la délivrance, à l'ajournement ou au refus du permis.

SECTION III. — *Délivrance des permis de navigation.*

Art. 7. — Sur le vu de ce procès-verbal, et dans un délai maximum de huit jours à dater de sa remise, le préfet statue, s'il adopte l'avis de la commission : lorsque cet avis est favorable, il délivre le permis de navigation ; lorsque l'avis est défavorable, il notifie au demandeur une décision motivée portant refus ou ajournement, sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Si le préfet n'adopte pas l'avis de la commission, il défère la décision au ministre des travaux publics dans le même délai de huit jours, et en informe le demandeur.

Le ministre saisi de la question soit par le préfet en cas de désaccord entre celui-ci et la commission, soit par le demandeur formant recours contre la décision du préfet, statue après avoir pris l'avis de la commission centrale des machines à vapeur.

Art. 8. — Dans le permis de navigation sont énoncés :

1° Les déclarations faites par le propriétaire, conformément aux cinq premiers paragraphes de l'article 3 ci-dessus ;

2° Les surfaces de grille et de chauffe et la capacité des chaudières, ainsi que les volumes d'eau et de vapeur dont la somme forme cette capacité ;

3° Le numéro du timbre exprimant, en kilogrammes par centimètre carré, la pression effective maximum sous laquelle ces appareils doivent fonctionner ;

4° Le nombre et la définition des soupapes de sûreté, ainsi que les conditions auxquelles elles doivent satisfaire, conformément à l'article 18 ;

5° Le système des machines et leur puissance en chevaux de 75 kilogrammètres par seconde, indiqués sur le piston, telle qu'elle résulte de l'essai prévu à l'article 5 ;

6° S'il y a lieu, le nombre, la capacité et le timbre des récipients de vapeur placés à bord.

Art. 9. — Le permis de navigation cesse d'être valable et doit être renouvelé soit en cas de changement de nature à faire modifier les énonciations mentionnées à l'article 8, soit en cas d'inobservation, par le fait du propriétaire, des prescriptions des articles 13 et 37 ci-après. Le renouvellement du permis a lieu dans les mêmes formes que sa délivrance ; toutefois, l'essai prévu à l'article 5 ci-dessus pourra ne pas être renouvelé.

Art. 10. — Le permis de navigation peut être suspendu ou révoqué par le préfet dans les cas prévus par l'article 39.

Art. 11. — Si le bateau a été construit et mis en état de naviguer ailleurs que dans son port d'armement, le propriétaire doit obtenir du préfet du département une autorisation provisoire de navigation pour faire arriver le bateau au port d'armement. La commission de surveillance compétente, aux termes soit du présent décret, soit du décret du 9 avril 1883, est consultée sur la demande.

Cette autorisation provisoire ne dispense pas le propriétaire du bateau de l'obligation d'obtenir un permis définitif dans le port d'armement.

TITRE II. — ÉPREUVES ET MESURES DE SÛRETÉ RELATIVES AUX APPAREILS À VAPEUR.

SECTION Ire. — *Épreuves des chaudières à vapeur.*

Art. 12. — Aucune chaudière à vapeur ne peut être mise en service si elle n'a subi la double épreuve ci-après :

L'une chez le constructeur, par le service de la surveillance des appareils à vapeur du département ;

L'autre, à bord, par les soins de la commission de surveillance, après que la chaudière a été entièrement montée et munie de tous ses accessoires.

Toute chaudière de l'étranger est éprouvée en France par la commission de surveillance, avant et après sa mise à bord. Toutefois, si la mise à bord a lieu à l'étranger, la double épreuve est faite dans les conditions prévues à l'article 43 ci-après.

Art. 13. — L'épreuve est renouvelée périodiquement, de manière que l'intervalle entre deux épreuves consécutives ne soit pas supérieur à une année.

Avant l'expiration de ce délai, le propriétaire doit lui-même demander l'épreuve.

Elle est renouvelée également :

1° Lorsque la chaudière ou une partie de la chaudière a subi des changements ou des réparations notables ;

2° Lorsque, par suite d'une nouvelle installation, d'un chômage prolongé ou d'un incident quelconque, il y a lieu d'en suspecter la solidité.

Le propriétaire est tenu d'aviser le préfet de toute circonstance de nature à motiver une épreuve exceptionnelle. La commission peut, au besoin, en provoquer une d'office. Dans l'un et l'autre cas, le préfet statue sur les propositions de la commission de surveillance, le propriétaire entendu, sauf recours au ministre.

Le renouvellement a lieu par les soins de la commission de surveillance dans le port de laquelle la nécessité en a été constatée.

Art. 14. — L'épreuve consiste à soumettre les chaudières à une pression hydraulique supérieure à celle qui ne doit pas être dépassée dans le service.

Pour les chaudières neuves, remises à neuf ou refondues, la surcharge d'épreuve est égale à la pression effective indiquée par le timbre, sans jamais être inférieure à un 1/2 kilogramme ni supérieure à 6 kilogrammes.

Dans les autres cas prévus par l'article 13, la surcharge d'épreuve est égale à la moitié de la pression effective indiquée par le timbre, sans jamais être inférieure à un quart de kilogramme ni supérieure à 3 kilogrammes.

Art. 15. — La pression d'épreuve est maintenue pendant le temps nécessaire à l'examen de la chaudière, dont toutes les parties doivent être visitées.

Le propriétaire fournit le personnel et le matériel nécessaires pour l'épreuve et en supporte tous les frais.

Art. 16. — Après qu'une chaudière ou partie de chaudière a été éprouvée avec succès, il y est apposé un timbre indiquant d'une manière très apparente, en kilogrammes par centimètre carré, la pression effective que la vapeur ne doit pas dépasser.

Les timbres sont poinçonnés par l'agent chargé de procéder à l'épreuve et reçoivent, par ses soins, trois nombres indiquant le jour, le mois et l'année de l'épreuve.

Art. 17. — L'épreuve n'est pas exigée pour l'ensemble d'une chaudière dont les diverses parties, éprouvées séparément, ne doivent être réunies que par des tuyaux placés, sur tout leur parcours, en dehors du foyer et des conduits de flamme, et dont les joints peuvent être facilement démontés.

Pour les chaudières qui ne doivent pas être soumises au chauffage à feu nu, les conditions des épreuves sont déterminées par l'article 24 ci-après.

SECTION II. — *Des appareils de sûreté dont les chaudières à vapeur doivent être munies.*

§ 1. — Des soupapes de sûreté.

Art. 18. — Chaque chaudière est munie de deux soupapes de sûreté, convenablement installées, chargées de manière à laisser la vapeur s'écouler dès que sa pression atteint la limite maximum indiquée par le timbre dont il est fait mention à l'article 16.

Chacune des soupapes doit suffire pour évacuer à elle seule toute la vapeur produite, quelle que soit l'activité du feu, sans que la pression effective dépasse de plus d'un dixième la limite ci-dessus.

L'une de ces soupapes peut être remplacée par une soupape avertisseuse, de vingt millimètres environ de diamètre, chargée par un poids, placée bien en vue, et laissant échapper sa vapeur directement dans la chaufferie dès que la pression de la vapeur dépasse d'un vingtième la même limite.

§ 2. — Des manomètres.

Art. 19. — Chaque chaudière est munie d'un manomètre en bon état, convenablement installé, placé en vue du chauffeur, et gradué de manière à indiquer, en kilogrammes, la pression effective de la vapeur dans la chaudière ; ce manomètre doit être convenablement éclairé en tout temps.

Une marque très apparente sur l'échelle du manomètre indique la limite que la pression ne doit pas dépasser.

Les chaudières qui ont des foyers sur plusieurs façades doivent être pourvues d'un manomètre sur chacune d'elles.

La chaudière est munie, en outre, d'un ajutage terminé par une bride, de 4 centimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur, disposée pour recevoir le manomètre vérificateur.

Il doit toujours y avoir à bord un manomètre de rechange.

§ 3. — De l'alimentation et des indicateurs du niveau de l'eau.

Art. 20. — Toute chaudière est en communication avec deux appareils d'alimentation convenablement installés, chacun de ces appareils devant pouvoir suffire aux besoins de la chaudière dans toutes les circonstances ; l'un d'eux au moins doit fonctionner par des moyens indépendants de la machine motrice du bateau.

Chaque chaudière est munie d'un appareil de retenue, soupape ou clapet, fonctionnant automatiquement et placé à l'insertion de chaque tuyau d'alimentation.

Lorsque plusieurs corps de chaudière sont en communication, l'appareil de retenue est obligatoire pour chacun d'eux.

Art. 21. — Chaque corps de chaudière est muni d'un appareil d'arrêt de vapeur (soupape, valve, robinet, etc.), placé autant que possible à l'origine du tuyau de conduite de vapeur, sur la chaudière même.

Art. 22. — Toute paroi de chaudière en contact, par une de

ses faces, avec la flamme, doit être baignée par l'eau sur la face opposée.

Le plan d'eau doit être maintenu à un niveau de marche tel qu'il soit à une hauteur moyenne de 15 centimètres au moins au-dessus du point pour lequel la condition précédente cesserait d'être satisfaite dans la position normale du navire. Cette hauteur peut toutefois être réduite jusqu'à 10 centimètres pour les chaudières de petite dimension, sur l'avis de la commission de surveillance. Le niveau ainsi déterminé est indiqué d'une manière très apparente, au voisinage du tube de niveau mentionné à l'article 23 ci-après.

Les prescriptions énoncées au paragraphe précédent du présent article ne s'appliquent point :

1° Aux surchauffeurs de vapeur distincts de la chaudière ;

2° A des surfaces relativement peu étendues et placées de manière à ne jamais rougir, même lorsque le feu est poussé à son maximum d'activité, telles que les tubes ou parties de cheminées qui traversent le réservoir de vapeur en envoyant directement à la cheminée principale les produits de la combustion ;

3° Aux générateurs dits « à petits éléments » ;

4° Aux générateurs dits « à production de vapeur instantanée ».

Art. 23. — Chaque chaudière est munie de deux appareils indicateurs du niveau de l'eau, convenablement disposés, indépendants l'un de l'autre, placés en vue de l'agent chargé de l'alimentation et suffisamment espacés.

L'un de ces deux indicateurs est un tube de verre ou autre appareil à paroi transparente, laissant voir le niveau de l'eau et disposé de manière à pouvoir être facilement nettoyé ; cet indicateur doit être convenablement éclairé en tout temps.

L'autre est un système de trois robinets étagés, ou de deux seulement pour les petites chaudières.

Les chaudières qui ont des foyers sur plusieurs façades doivent être pourvues, sur chacune de celles-ci, des appareils indicateurs du niveau de l'eau.

Il y a, sur chaque bateau à vapeur, les pièces de rechange nécessaires pour l'entretien de ces appareils.

SECTION III. — *Des récipients placés à bord des bateaux.*

Art. 24. — Sont soumis aux épreuves, conformément aux articles 12, 13, 14, 15 et 16, les récipients, de forme diverse, d'une capacité de plus de 100 litres, qui reçoivent de la vapeur em-

pruntée à un générateur distinct, lorsque leur communication avec l'atmosphère n'est point établie par des moyens excluant toute pression effective notable.

Toutefois, la surcharge d'épreuve est égale à la moitié de la pression maximum à laquelle l'appareil doit fonctionner, sans que cette surcharge puisse excéder quatre kilogrammes par centimètre carré.

Sont assimilées aux récipients les chaudières dans lesquelles la vaporisation est obtenue, non par le chauffage à feu nu, mais au moyen de réactions chimiques ou d'autres sources de chaleur ne produisant jamais que des températures modérées, ainsi que les réservoirs dans lesquels de l'eau à haute température est emmagasinée à l'effet de fournir ensuite un dégagement de vapeur ou de chaleur, quel qu'en soit l'usage.

Art. 25. — Les récipients sont munis d'une soupape de sûreté réglée pour la pression indiquée par le timbre, à moins que cette pression ne soit égale ou supérieure à celle fixée pour le générateur qui l'alimente.

Cette soupape doit suffire à maintenir, pour tous les cas, la vapeur dans le récipient à un degré de pression qui n'excède pas de plus d'un dixième la limite du timbre.

Elle peut être placée soit sur le récipient lui-même, soit sur le tuyau d'arrivée de la vapeur, entre le robinet et le récipient.

TITRE III. — DE L'INSTALLATION ET DU SERVICE DES BATEAUX À VAPEUR. — DISPOSITIONS RELATIVES AUX PASSAGERS.

Art. 26. — Les soutes à charbon doivent être convenablement isolées des chaudières. Elles sont munies de tuyaux permettant d'y injecter de la vapeur, à moins que le préfet, sur l'avis de la commission de surveillance, ne décide que cette précaution n'est pas nécessaire.

Des précautions doivent être prises pour mettre les personnes à l'abri des accidents auxquels pourrait les exposer l'approche des parties mobiles.

Les locaux de l'appareil moteur et de toute chaudière à feu doivent être isolés par des cloisons solidement construites en tôle, ou revêtues intérieurement de feuilles de tôle de 1 millimètre d'épaisseur au moins et soigneusement assemblées.

Le plancher et les parois intérieures de la forge doivent également être revêtus en tôles.

Toutes les ouvertures pratiquées au-dessus des machines et

des chaudières sont munies d'un grillage métallique, si elles ne sont pas habituellement fermées par un panneau plein.

Art. 27. — La ligne de flottaison correspondant au déplacement qui ne doit pas être dépassé est indiquée, d'une manière très apparente, au milieu de chaque bord du bateau, d'après les points de repère mentionnés sur le permis de navigation.

Art. 28. — Il y a, à bord de chaque bateau à vapeur, un chef-mécanicien chargé de la direction et de la conduite des appareils à vapeur, sous l'autorité du capitaine.

Il y a, en outre, autant de mécaniciens auxiliaires, de graisseurs et de chauffeurs que le service des appareils l'exige.

Sur tous les bateaux naviguant au long cours et sur ceux naviguant au cabotage dont la machine a une puissance d'au moins 300 chevaux de 75 kilogrammètres par seconde indiqués sur le piston, les fonctions de chef-mécanicien ne peuvent être remplies que par un mécanicien de 1re classe; sur les bateaux naviguant au long cours, il y a au moins un autre mécanicien de 1re ou de 2e classe.

Sur les bateaux naviguant au cabotage dont la machine est de moins de 300 chevaux et sur ceux naviguant au bornage, les fonctions de chef-mécanicien peuvent être remplies par un mécanicien de 2e classe.

Art. 29. — Les conditions nécessaires pour obtenir le brevet de mécanicien de 1re ou de 2e classe sont déterminées par des arrêtés pris par le ministre des travaux publics, après avis du ministre de la marine.

Art. 30. — Il est tenu, par les soins du chef-mécanicien, un journal où sont relatés tous les faits concernant le fonctionnement et l'entretien des appareils à vapeur. Ce journal, coté et parafé par le commissaire de l'inscription maritime, est visé chaque jour par le capitaine, qui peut y consigner ses observations.

Art. 31. — Le capitaine inscrit sur le journal de bord les circonstances relatives à l'appareil moteur qui sont dignes de remarque. Il y mentionne les avaries et les réparations notables.

Art. 32. — Il est interdit à toute personne étrangère au service de s'introduire, sans permission spéciale, dans la chambre des machines ou dans la chambre de chauffe.

Art. 33. — Il est tenu, dans chaque bateau à vapeur, un registre côté et parafé par le commissaire de l'inscription maritime. Ce registre est destiné à recevoir les réclamations des passagers qui auraient des plaintes ou des observations à formuler. Il est présenté à toute réquisition des passagers.

Le capitaine peut également y consigner les observations qu'il jugerait convenables, ainsi que les faits qu'il lui paraîtrait important de faire attester par les passagers.

Les différentes autorités que l'article 40 ci-après charge de la surveillance des bateaux à vapeur ont le droit de se faire communiquer ce registre à toute réquisition.

Art. 34. — Dans les salles où se tiennent les passagers, un extrait du présent décret est affiché en un lieu très apparent, avec l'indication de la faculté qu'ont les passagers de consigner leurs plaintes et leurs observations sur le registre ouvert à cet effet.

TITRE IV. — DE LA SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE DES APPAREILS À VAPEUR PLACÉS À BORD DES BATEAUX.

Art. 35. — Dans chaque port fréquenté par des bateaux à vapeur, le ministre des travaux publics institue une commission de surveillance dont il nomme les membres, sur les propositions que le préfet lui adresse, après avoir pris l'avis de l'ingénieur en chef du port.

Cette commission est présidée par l'ingénieur en chef du port; ses membres sont choisis parmi les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, les officiers de marine, les officiers du génie maritime, les officiers mécaniciens de la flotte, les commissaires de l'inscription maritime, les officiers ou maîtres de port et autres personnes recommandées par leur compétence.

Les ingénieurs des ponts et chaussées chargés du service du port, le directeur des mouvements du port, le commissaire ou le préposé à l'inscription maritime, l'un des officiers ou maîtres de port, ainsi qu'un ingénieur des mines et un officier du génie maritime, s'il en est qui résident dans le port, font nécessairement partie de la commission. Les fonctions de secrétaire sont remplies par l'ingénieur ordinaire chargé de l'exploitation du port.

Dans chaque commission, le président a voix prépondérante en cas de partage.

Le ministre des travaux publics peut, lorsqu'il le juge nécessaire, adjoindre à la commission de surveillance un ou plusieurs agents rétribués, chargés de l'assister dans ses travaux.

Il peut étendre la surveillance d'une commission, en dehors du port où elle est instituée, sur une étendue de côte ou de rivière déterminée.

Art. 36. — Les commissions de surveillance ont mission de faire à bord des bateaux à vapeur avant et après leur mise en

service, toutes visites, épreuves et essais, à l'effet de s'assurer qu'à toute époque les appareils à vapeur, placés à bord des bateaux, satisfont aux prescriptions réglementaires.

Elles sont consultées par les préfets, qui demeurent chargés, sous l'autorité du ministre des travaux publics, de prendre toutes les mesures que comporte l'exécution du présent décret.

Leur action s'étend sur tous les bateaux à vapeur présents dans leur port.

Les commissions de surveillance peuvent déléguer un ou plusieurs de leurs membres pour faire des visites individuelles.

En cas d'urgence, le président de chaque commission de surveillance prend, à titre provisoire, telles mesures que de droit, sous réserve de la décision définitive à prendre par le préfet ; il rend immédiatement compte au préfet des mesures ainsi prises, en même temps qu'il lui communique l'avis de la commission.

Art. 37. — Tout propriétaire de bateau à vapeur doit provoquer la visite de son bateau par une commission de surveillance, au moins une fois par an. A cet effet, quinze jours avant l'expiration d'une année à compter de la dernière visite, il est tenu d'adresser au préfet du département dans lequel doit avoir lieu la visite une demande indiquant le jour à partir duquel le bateau sera mis à la disposition de la commission de surveillance.

Le préfet délivre immédiatement récépissé de cette demande.

Art. 38. — Les visites, ainsi que les renouvellements d'épreuve, effectués conformément au titre II, sont mentionnées, à leur date, par la commission elle-même, sur le permis de navigation, dont le capitaine doit toujours être muni.

Ce permis est communiqué à toute réquisition des fonctionnaires et agents préposés à la surveillance, ainsi que le journal de bord et le journal prévu à l'article 30.

La commission adresse au préfet le procès-verbal de chacune de ses visites.

Dans ce procès-verbal, elle consigne ses propositions sur les mesures à prendre, si l'appareil moteur ou le bateau ne présente plus des garanties suffisantes de sécurité.

Art. 39. — Sur les propositions de la commission de surveillance, le préfet ordonne les mesures nécessaires et peut suspendre le permis de navigation jusqu'à l'entière exécution de ces mesures.

Il peut également suspendre et au besoin révoquer le permis de navigation dans tous les cas où, par suite soit d'avaries, soit d'inexé-

cution du présent décret, la sûreté publique serait compromise.

En cas de révocation, il rend immédiatement compte au ministre de sa décision.

Le propriétaire peut, en tout cas, déférer la décision du préfet au ministre des travaux publics, qui statue après avoir pris l'avis de la commission centrale des machines à vapeur.

Art. 40. — La surveillance permanente des bateaux à vapeur, en ce qui concerne les mesures prescrites par le présent décret, est exercée par les autorités désignées à l'article 21 de la loi du 21 juillet 1856, c'est-à-dire par les ingénieurs des mines, les ingénieurs des ponts et chaussées, les contrôleurs des mines, les conducteurs et autres employés des ponts et chaussées et des mines commissionnés à cet effet, les maires et adjoints, les commissaires de police, les officiers et maîtres de port, les membres des commissions de surveillance et, dans les ports étrangers, les hommes de l'art qui sont désignés par les consuls, en vertu de l'article 43 ci-après.

Art. 41. — Lorsqu'il survient aux appareils à vapeur d'un bateau un accident de nature à compromettre la sécurité, le propriétaire ou, à son défaut, le capitaine doit immédiatement ou dès l'arrivée du bateau dans un port français, en donner avis au président de la commission de surveillance et, s'il y a eu mort d'homme ou blessure, au préfet et à l'autorité chargée de la police locale. La commission ou son délégué se rend sur les lieux dans le plus bref délai possible, pour visiter les appareils, en constater l'état et rechercher les causes de l'accident. Elle dresse de sa visite un rapport qui est transmis au préfet et, en cas d'accident ayant occasionné la mort ou des blessures, au procureur de la République.

En cas d'explosion dans le port, les bateaux ne doivent point être réparés, à moins que la sûreté publique ne soit en jeu, et les fragments de l'appareil rompu ne doivent point être déplacés ou dénaturés avant la constatation de l'état des lieux par la commission de surveillance.

Art. 42. — Dans les ports des colonies françaises, les commissions de surveillance sont nommées par le gouverneur ou le commandant de la colonie.

Art. 43. — La surveillance prescrite par les articles ci-dessus est exercée, dans les ports étrangers, par les soins des consuls et agents consulaires français, assistés de tels hommes de l'art qu'ils jugent à propos de désigner. Le capitaine doit représenter au consul, en même temps qu'il lui fait le rapport exigé par

l'article 244 du code de commerce, le permis de navigation qui lui a été délivré.

Les hommes de l'art qui sont chargés, dans les ports étrangers, de procéder aux visites et aux vérifications prescrites par le présent décret reçoivent des frais de vacation qui sont réglés par le consul et payés par le capitaine.

TITRE V. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 44. — Les conditions prescrites par le présent décret sont applicables aux chaudières servant, à bord des bateaux à vapeur, à tout autre usage que la propulsion.

Art. 45. — Les chaudières placées à bord des bateaux à voiles, pontons, dragues, chalands, etc., ne peuvent être mises en service sans une autorisation délivrée par le préfet, sur l'avis de la commission de surveillance des bateaux à vapeur.

Elles sont soumises aux épreuves et autres mesures de sécurité prescrites par le titre II du présent décret; elles peuvent toutefois n'avoir qu'un appareil d'alimentation.

Les articles 24 et 25 s'appliquent aux récipients placés à bord des bateaux à voiles, pontons, dragues, chalands, etc.

Art. 46. — Le ministre des travaux publics peut, par décisions spéciales rendues après avis de la commission de surveillance et de la commission centrale des machines à vapeur, accorder dispense de tout ou partie des prescriptions du présent décret relatives aux appareils à vapeur placés à bord des bateaux, dans tous les cas où, à raison soit de la forme, soit de la faible dimension des appareils, soit de la disposition spéciale des pièces contenant de la vapeur, il serait reconnu que la dispense ne peut pas avoir d'inconvénients.

Il peut également, et dans les mêmes formes, accorder dispense de celles des dispositions du titre III qui ne seraient pas en rapport avec la nature du service auquel le bateau est affecté.

Art. 47. — Les bateaux acquis ou construits hors de France sont soumis, après leur francisation, à toutes les dispositions du présent décret. Toutefois, le ministre des travaux publics peut, sur l'avis de la commission de surveillance et de la commission centrale des machines à vapeur, prononcer, par arrêté, l'équivalence entre les formalités accomplies à l'étranger et les formalités prescrites par le présent décret.

Art. 48. — Les propriétaires ou armateurs veillent à ce que les appareils moteurs, y compris les propulseurs et les appareils

à vapeur accessoires, soient entretenus constamment en bon état de service.

Ils tiennent la main, notamment, à ce que des visites complètes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, faites à des intervalles assez rapprochés, assurent la constatation de l'état des chaudières et l'exécution, en temps utile, des réparations nécessaires. Une de ces visites, au moins, devra être faite, chaque année, dans l'intervalle des épreuves prescrites par les articles 12 et 13; la commission de surveillance en sera préalablement informée. Le capitaine mentionnera chacune de ces visites sur le journal de bord.

Art. 49. — Les bateaux appartenant aux divers services de l'État, ou ceux qui seraient affrétés par le département de la marine, ne sont pas soumis aux dispositions du présent décret.

Le ministre de la marine pourra, après accord avec le ministre des travaux publics, soumettre à une surveillance spéciale les appareils à vapeur employés à bord des bateaux de pêche à voiles pour la manœuvre des engins de pêche, et, dans ce cas, ces appareils cesseront d'être soumis aux dispositions du présent décret.

Art. 50. — Le ministre des travaux publics pourra appliquer, en tout ou en partie, les dispositions du présent décret aux navires des pays étrangers dans lesquels les navires français à vapeur seraient soumis à une réglementation sur la matière.

Art. 51. — Les bateaux naviguant à la fois en aval et en amont de la limite où cesse, pour chaque fleuve, l'application du présent décret, sont assujettis en outre aux prescriptions du décret du 9 avril 1883 (*), relatif à la navigation fluviale.

Art. 52. — L'ordonnance royale du 17 janvier 1846 (**), relative aux bateaux à vapeur qui naviguent sur mer, est rapportée.

Art. 53. — Le ministre des travaux publics et le ministre de la marine sont chargés de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 1er février 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

(*) Volume de 1883, p. 209.
(**) *Annales des mines*, 1er volume de 1846, p. 621.

Arrêté ministériel, du 2 février 1893, *relatif aux brevets des mécaniciens des bateaux à vapeur naviguant dans les eaux maritimes et aux examens pour l'obtention de ces brevets.*

Le ministre des travaux publics,

Vu le décret du 1er février 1893 (*), relatif aux appareils à vapeur placés à bord des bateaux qui naviguent dans les eaux maritimes, et spécialement son article 29, ainsi conçu :

« Les conditions nécessaires pour obtenir le brevet de mécanicien de 1re ou de 2e classe sont déterminées par des arrêtés pris par le ministre des travaux publics, après avis du ministre de la marine » ;

Vu l'avis de la commission centrale des machines à vapeur, en date des 20-27 décembre 1892 ;

Vu l'avis du ministre de la marine, en date du 24 janvier 1893 ;

Sur la proposition du conseiller d'État, directeur des routes, de la navigation et des mines ;

Arrête :

Art. 1er. — Les demandes pour l'obtention du brevet de mécanicien de 1re ou de 2e classe doivent être adressées au ministre des travaux publics.

Art. 2. — Chaque demande doit : 1° faire connaître les nom, prénoms, domicile et adresse du candidat ; 2° indiquer le centre d'examen où il préfère subir les épreuves.

Elle doit être accompagnée des pièces suivantes : 1° l'acte de naissance du candidat ; 2° l'extrait de son casier judiciaire ; 3° un certificat de bonne vie et mœurs ; 4° un certificat d'un médecin, agréé par le préfet du lieu de sa résidence, attestant que le candidat est de bonne santé et qu'il présente toutes les conditions physiques nécessaires, au double point de vue du service militaire et de la profession ; 5° des certificats destinés à fournir les justifications exigées par l'article 3 ou 4.

Art. 3. — Tout candidat au brevet de mécanicien de 2e classe doit être âgé d'au moins vingt et un ans.

Il doit justifier par la production de certificats :

1° Qu'il a travaillé effectivement, pendant quatre ans au moins, soit comme ouvrier ou apprenti mécanicien, chaudronnier, forgeron ou ajusteur, soit comme chauffeur ou mécanicien chargé de la conduite, des réparations et de l'entretien de chaudières et machines ;

(*) Voir *suprà*, p. 21.

2° Que, pendant la durée de ces quatre années, il a travaillé effectivement, pendant un an au moins, comme ajusteur ou apprenti ajusteur, et qu'il a été attaché, pendant un temps égal, à la conduite des machines à vapeur sur un bateau à vapeur naviguant sur mer;

3° Que, pendant la moitié au moins de la durée de navigation prescrite au paragraphe précédent, il a servi, à titre d'aide-mécanicien ou de mécanicien auxiliaire, figurant en cette qualité sur le rôle d'équipage, en prenant part effectivement à la conduite de la machine motrice, comme mécanicien chargé d'un quart régulier.

Art. 4. — Tout candidat au brevet de mécanicien de 1re classe, doit être âgé d'au moins vingt-quatre ans.

Il doit justifier par la production de certificats :

1° Qu'il a travaillé, pendant cinq ans au moins, soit comme ouvrier ou apprenti mécanicien, chaudronnier, forgeron ou ajusteur, soit comme chauffeur ou mécanicien chargé de la conduite, des réparations et de l'entretien de chaudières et machines;

2° Que, pendant la durée de ces cinq années, il a travaillé effectivement, pendant dix-huit mois au moins, comme ajusteur, et qu'il a été attaché, pendant trois ans au moins, à la conduite des machines à vapeur sur un bateau à vapeur naviguant sur mer;

3° Que, pendant un an au moins de la durée de la navigation prescrite au paragraphe précédent, il a servi, à titre d'aide-mécanicien ou de mécanicien auxiliaire, figurant en cette qualité sur le rôle d'équipage, en prenant part effectivement à la conduite de la machine motrice, comme mécanicien chargé d'un quart régulier.

Il est stipulé toutefois que les années de navigation peuvent être réduites à deux ans, si le candidat justifie qu'il a travaillé dans un atelier d'ajustage pendant deux ans au moins et établit, par les certificats qu'il possède, une aptitude et des capacités suffisantes comme ajusteur.

Il est stipulé également que la durée du service comme ajusteur peut être réduite à un an et la durée de navigation à deux ans, si le candidat a navigué pendant un an au moins à bord d'un bateau à vapeur avec le brevet de mécanicien de 2e classe, remplissant effectivement, pendant le même temps, soit les fonctions de premier mécanicien sur un bateau à vapeur où ces fonctions peuvent être remplies par un mécanicien breveté de 2e classe, soit les fonctions de mécanicien chef de quart, à

bord d'un bateau à vapeur sur lequel l'emploi de premier mécanicien ne peut être occupé que par un mécanicien breveté de 1re classe.

Art. 5. — Les élèves brevetés des écoles nationales d'arts et métiers seront considérés comme ayant, du fait de leur séjour à l'école, travaillé effectivement pendant un an comme ajusteurs.

Art. 6. — Les certificats spécifiés aux articles 3 et 4 doivent être délivrés, autant que possible, pour le service à terre par les chefs d'atelier ou directeurs d'usine, et pour le service en mer par les chefs mécaniciens sous les ordres desquels le candidat a été effectivement employé.

Tout certificat délivré par un chef-mécanicien pour le service en mer doit énoncer, en mois et jours, le temps de service pour lequel il est accordé, indiquer la nature des fonctions que le candidat a remplies à bord, et notamment spécifier pendant combien de temps il a été chef de quart. Cette pièce est certifiée par le capitaine du navire et visée par le commissaire de l'inscription maritime.

Les certificats seront contrôlés et vérifiés par la commission d'examen instituée par l'article 7, qui aura qualité pour en apprécier l'authenticité et la valeur. La production d'un certificat entaché d'inexactitude grave entraînera, dans tous les cas, l'élimination du candidat, même lorsque l'inexactitude dudit certificat n'aurait été reconnue que postérieurement à l'examen.

Art. 7. — Les candidats sont examinés, au lieu et à l'époque qui leur seront fixés, devant une commission spéciale instituée par le ministre des travaux publics et composée d'un ingénieur en chef des ponts et chaussées ou des mines, président, d'un ingénieur ordinaire des ponts et chaussée ou des mines et d'un mécanicien principal de la marine. Cette commission siège quatre fois par an, s'il est nécessaire, à Dunkerque, le Havre, Cherbourg, Brest, Saint-Nazaire, la Rochelle, Bordeaux, Cette, Marseille et Nice.

Une note insérée chaque année au *Journal officiel* dans la première quinzaine de janvier, fait connaître les dates extrêmes entre lesquelles auront lieu les quatre sessions d'examen; elle indique en outre la date avant laquelle les demandes devront être présentées pour chacune de ces sessions.

Art. 8. — Les examens comprennent : 1° des compositions écrites; 2° un examen oral; 3° des épreuves pratiques.

Art. 9. — Le programme des examens pour le brevet de 2e classe est le suivant :

I. — COMPOSITIONS ÉCRITES.

1° Une dictée destinée à constater que le candidat écrit couramment et correctement et peut tenir le journal de bord prescrit par l'article 30 du décret du 1er février 1893;

2° Des calculs numériques : une multiplication, une division ;

3° Le cubage d'une soute de forme simple.

II. — EXAMEN ORAL.

A. Notions élémentaires d'arithmétique. — Système métrique.

B. Description, conduite et réglementation des machines.

(a) *Description.*

Notions sur la pression atmosphérique et le vide. Évaluation de la pression de la vapeur.

Vaporisation. Description des chaudières en usage dans la marine. Appareils de sûreté. Alimentation. Foyers et cendriers. Cheminées.

Description complète d'une machine marine usuelle (au choix du candidat). Détente fixe ou variable. Jeu des tiroirs. Renversement de marche. Condensation par mélange, par surface. Roues à aube. Hélices.

(b) *Conduite.*

Remplissage de la chaudière. Allumage. Mise en pression. Conduite des feux.

Alimentation à l'eau de mer. Extractions.

Causes principales des accidents de chaudières. Danger spécial des dépôts gras. Mesures à prendre lorsque l'eau a disparu du tube de verre.

Entraînements d'eau dans les cylindres.

Mise en marche de la machine. Purges. Accélération et ralentissement. Arrêt. Graissage. Entretien général.

(c) *Réglementation.*

Devoirs des mécaniciens au point de vue des règlements sur les appareils à vapeur. (Décret du 1er février 1893, titre II, et circulaires explicatives; loi pénale sur les appareils à vapeur.)

III. — ÉPREUVES PRATIQUES.

Les candidats auront à conduire une machine et une chaudière. Ils pourront, en outre, être appelés à justifier qu'ils sont capables de refaire ou de réparer un joint, de garnir un presse-étoupes, d'enlever un dépôt salin de chaudière, de changer ou de remplacer un goujon, un rivet, une tôle, de tamponner ou de remplacer un tube de chaudière, de remplacer un tube de niveau, de régler une distribution, de démonter et de remonter une machine.

Art. 10. — Le programme des examens pour le brevet de 1re classe est le suivant :

I. — COMPOSITIONS ÉCRITES.

1° Rédaction d'un rapport simple sur un sujet de service. (Cette rédaction devant être jugée, notamment, au point de vue de la connaissance de la langue française.)

2° Des exercices numériques sur les matières que comporte l'examen oral. (Cubage d'une soute, calcul de la charge d'une soupape de sûreté, calcul et interprétation d'un diagramme d'indicateur, etc.)

3° Tracé d'un croquis coté de pièce simple de machine destiné à l'exécution.

II. — EXAMEN ORAL.

A. Arithmétique. Numération, addition, soustraction, multiplication et division des nombres entiers ou décimaux et des fractions. Système métrique. Règles de trois.

B. Géométrie. Définitions géométriques élémentaires. Calculs pratiques : surface du triangle, du carré, du rectangle, du parallélogramme, du trapèze; longueur de la circonférence; surface du cercle, du cône, du cylindre, de la sphère; volume du parallelipipède, du cylindre, de la sphère; cubage d'une soute.

C. Physique. Notions sur la pression atmosphérique. Détermination de cette pression : baromètres. Manière d'évaluer la pression dans les machines : manomètres. Notions sur la vaporisation et la condensation : thermomètres. Vide, indicateur du vide. Poids d'un corps, densité.

D. Mécanique. Notions générales sur les forces et leur me-

sure. Travail et sa mesure : kilogrammètre, puissance en chevaux. Machines simples (levier, treuil, poulie, moufle, etc.). Notions élémentaires sur les propriétés et la résistance des matériaux employés dans les machines.

E. Description, conduite et réglementation des machines.

(a) *Description.*

Description complète des organes d'une machine marine et de ses chaudières. Divers types de machines et de chaudières. Chaudières à petits éléments. Appareils de sûreté. Alimentation. Épreuves. Foyers et cendriers. Cheminées.

Principaux systèmes de distribution, de détente et de changement de marche.

Condenseurs par surface et par mélange.

Graisseurs.

Principe des servo-moteurs.

Notions sur les machines électriques et hydrauliques employées à bord.

Roues à aubes. Hélices.

(b) *Conduite.*

Notions sur la composition de l'air. Théorie élémentaire de la combustion.

Combustibles divers employés dans la marine. Pouvoir vaporisateur.

Remplissage de la chaudière. Allumage. Mise en pression. Conduite des feux. Tirage naturel et tirage forcé. Décrassage et ramonage. Précautions à prendre pour les stoppages. Précautions et dispositions à prendre au changement de quart.

Composition de l'eau de mer. Influence de la température sur la solubilité du sel marin et du sulfate de chaux. Pèse-sels. Composition des dépôts salins. Extractions continues et périodiques. Pertes de chaleur. Usage des condenseurs. Danger des dépôts gras.

Entraînements d'eau aux cylindres. Causes qui peuvent produire un abaissement anormal du niveau de l'eau. Mesures à prendre dans ce cas.

Causes d'explosion des chaudières. Moyens préservatifs.

Avaries de chaudières. Coups de feu, crevasses, écrasement et affaissement des ciels des foyers, fuites, corrosions, etc.

Changement des rivets, des boulons. Remplacement d'une tôle.

Combustion spontanée du charbon dans les soutes. Précautions à prendre pour l'éviter. Moyen de combattre le feu dans les soutes.

Préparatifs de départ dans la machine. Purges. Accélération et ralentissement. Arrêt. Marche lente. Renversement de la marche.

Graissage et emploi des principales matières lubrifiantes. Échauffement. Grippages. Fuites.

Soins généraux d'entretien, avaries de machines.

Réglage d'une distribution. Définition et usage de l'indicateur de Watt. Puissance indiquée.

(c) *Réglementation.*

Application des règlements sur les appareils à vapeur. (Décret du 1er février 1893, titre II : circulaires explicatives ; loi pénale sur les appareils à vapeur.)

III. — ÉPREUVES PRATIQUES.

Même programme que pour le brevet de 2e classe.

Art. 11. — Les coefficients destinés à apprécier les résultats des examens sont les suivants :

Brevets de 2e classe.

Compositions écrites		2
Examen oral		1
Épreuves pratiques		1
Total		10

Brevets de 1re classe.

Compositions écrites		3
Examen oral :		
Arithmétique, géométrie, physique et mécanique	3	9
Description, conduite et réglementation des machines	6	
Épreuves pratiques		6
Total		18

Art. 12. — Il est attribué à chacune des parties des examens une note numérique variant de 0 à 20, suivant les résultats des épreuves correspondantes. Chacune de ces notes est multipliée par le coefficient y relatif, et la somme des produits ainsi calculés donne le nombre total de points afférents à l'ensemble des examens.

Le brevet de 2e classe est acquis aux candidats qui obtiennent un minimum de 130 points ; celui de 1re classe aux candidats qui obtiennent un minimum de 234 points. Toutefois, un mi-

nimum de 13 est exigé, dans les deux cas, pour la note des épreuves pratiques, et un minimum de 4 pour chacune des notes de la composition écrite et de l'examen oral.

Les brevets sont délivrés par le ministre des travaux publics, sur la proposition de la commission spéciale d'examen.

Art. 13. — Sur la proposition de la commission, les candidats qu'elle aura jugés impropres à recevoir le brevet de 1re classe pourront être pourvus du brevet de 2e classe si les résultats de leurs examens le comportent.

Art. 14. — Sous réserve de l'accomplissement des conditions d'âge et de services réglementaires, les maîtres et seconds maîtres mécaniciens théoriques de la marine de l'État sont dispensés des examens pour l'obtention du brevet de 2e classe.

Sous les mêmes réserves, les officiers et premiers maîtres mécaniciens de la marine de l'État sont dispensés des examens pour l'obtention du brevet de 1re classe.

Art. 15. — Par application de l'article 46 du décret du 1er février 1893, le ministre des travaux publics peut, sur l'avis de la commission locale de surveillance des bateaux à vapeur et de la commission centrale des machines à vapeur, accorder dispense du brevet réglementaire aux mécaniciens de bateaux dont le service est de nature à permettre de déroger sans inconvénient aux règles ci-dessus indiquées.

Art. 16. — Sur l'avis de la commission d'examen instituée par l'article 7, les mécaniciens actuellement porteurs du certificat de capacité prévu par l'article 40 de l'ordonnance du 17 janvier 1846 et délivré conformément à la circulaire ministérielle du 6 juin suivant, recevront, sans examen nouveau, en échange de ce certificat, un brevet de la classe correspondant à la nature de leurs services antérieurs, sur lequel sera portée la mention de « brevet de service ».

A cet effet, ils adresseront au ministre des travaux publics une demande accompagnée : 1° d'une copie de leur certificat de capacité, délivrée et signée par le président de la commission de surveillance des bateaux à vapeur du port d'armement; 2° d'un extrait de la matricule de la marine donnant le détail des services à la mer du demandeur, ledit extrait certifié par le commissaire de l'inscription maritime ; 3° des certificats délivrés par les présidents compétents des commissions de surveillance de bateaux à vapeur indiquant la puissance en chevaux de la machine de chacun des navires sur lesquels le demandeur a servi comme mécanicien.

Cette demande sera faite dans un délai de six mois à partir de la publication du présent arrêté au *Journal officiel*, si le demandeur est à terre et en France lors de cette publication ; et de six mois à dater de son retour en France, s'il justifie qu'il était alors en mer ou à l'étranger.

Il sera délivré récépissé de la demande.

Après l'expiration des délais indiqués au troisième paragraphe du présent article, et en attendant la délivrance du brevet de service, l'ancien certificat de capacité continuera d'être valable s'il est accompagné du récépissé.

Paris, le 2 février 1893.

VIETTE.

Décret du Président de la République, du 2 février 1893, portant modification du décret du 3 avril 1889, qui a réglementé l'exploitation des carrières du département de LOIR-ET-CHER.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu le décret, du 3 avril 1889, portant règlement des carrières du département de Loir-et Cher (*) ;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, du 20 mai 1892, et les plans y annexés ;

La lettre du préfet de Loir-et-Cher, du 30 mai 1892 ;

L'avis du conseil général des mines, du 25 novembre 1892 ;

Vu la loi, du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 (**) ;

Le conseil d'État entendu ;

Décrète :

Art. 1er. — Il est ajouté à l'article 12 du décret sus-visé, du 3 avril 1889, portant règlement des carrieres du département de Loir-et-Cher, un paragraphe ainsi conçu :

« Toutefois, cette dernière distance peut être augmentée ou « diminuée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des « mines. »

Art. 2. — Le présent décret sera inséré au *Bulletin des lois* et au *Recueil des actes administratifs du département*. Il sera publié et affiché dans toutes les communes du département.

(*) Volume de 1889, p. 71.

(**) Volume de 1880, p. 239.

Art. 3. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 2 février 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

Décret du Président de la République, du 2 février 1893, *portant modification du décret du 3 avril* 1889, *qui a réglementé l'exploitation des carrières du département de la* VIENNE (*).

Ce décret est conforme au décret précédent.

Décret du Président de la République, du 2 février 1893, *portant règlement pour l'exploitation des carrières du département de la* VENDÉE.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics;

Vu le projet de règlement présenté par le préfet de la Vendée pour les carrières de ce département;

Vu l'avis du conseil général des mines;

Vu la loi du 21 avril 1810 modifiée par la loi du 27 juillet 1880 (**);

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art 1er. — Les carrières de toute nature, ouvertes ou à ouvrir dans le département de la Vendée, sont soumises aux mesures d'ordre et de police ci-après déterminées.

TITRE Ier. — DES DÉCLARATIONS.

Art. 2. — Aucune exploitation de carrière, à ciel ouvert ou par galeries souterraines, ne peut avoir lieu si ce n'est en vertu d'une déclaration adressée par l'exploitant au maire de la commune où la carrière est située.

(*) Volume de 1889, p. 77.
(**) Volume de 1880, p. 239.

Art. 3. — Aucune carrière abandonnée ne peut être remise en exploitation, aucune carrière à ciel ouvert ne peut être exploitée par galeries souterraines, aucun nouvel étage ne peut être ouvert dans une carrière souterraine, s'il n'a été fait une nouvelle déclaration.

Art. 4. — En cas de changement d'exploitant, l'exploitation ne peut être continuée, si ce n'est en vertu d'une déclaration adressée au maire par le nouvel exploitant.

Art. 5. — La déclaration est faite en deux exemplaires :

Elle contient l'énonciation des nom, prénoms et demeure du déclarant, et la qualité en laquelle il entend exploiter la carrière.

Elle fait connaître d'une manière précise l'emplacement de la carrière et sa situation par rapport aux habitations, bâtiments et chemins les plus voisins.

Elle indique la nature de la masse à extraire, l'épaisseur et la nature des terres ou bancs de rochers qui la recouvrent, le mode d'exploitation à ciel ouvert ou par galeries souterraines.

Art. 6. — En cas d'exploitation par galeries souterraines, il est joint à la déclaration un plan des lieux, également en deux expéditions et à l'échelle de deux millimètres par mètre.

Sur ce plan sont indiqués les désignations cadastrales et le périmètre du terrain sous lequel l'exploitant se propose d'établir des fouilles, ainsi que ses tenants et aboutissants : les chemins, édifices, canaux, rigoles et constructions quelconques existant sur ledit terrain dans un rayon de vingt-cinq mètres au moins ; l'emplacement des orifices, des puits ou des galeries projetés.

Dans le cas où il existerait des travaux souterrains déjà exécutés, il en sera fait mention dans la déclaration.

Art. 7. — En cas d'exploitation par une personne étrangère à la commune où la carrière est située, ou pour le compte d'une société n'ayant pas son siège dans la commune, la déclaration contient élection de domicile dans la commune.

Art. 8. — Les déclarations sont classées dans les archives de la mairie. Il en est donné récépissé.

Un des exemplaires de la déclaration et, quand il s'agit de carrières souterraines, du plan qui y est joint, est transmis, sans délai, au préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement.

Le préfet envoie ces pièces à l'ingénieur des mines, qui les conserve et en inscrit la mention sur un registre spécial.

TITRE II. — DES RÈGLES DE L'EXPLOITATION.

SECTION Ire. — *Des carrières exploitées à ciel ouvert.*

Art. 9. — Les bords des fouilles ou excavations sont établis et tenus à une distance horizontale de 10 mètres au moins des bâtiments ou constructions quelconques publics et privés, des routes ou chemins, cours d'eau, canaux, fossés, rigoles, conduites d'eau, mares et abreuvoirs servant à l'usage public.

L'exploitation de la masse est arrêtée, à compter des bords de la fouille, à une distance horizontale réglée à 1 mètre par chaque mètre d'épaisseur des terres de recouvrement, s'il s'agit d'une masse solide, ou à 1 mètre par chaque mètre de profondeur totale de la fouille, si cette masse, par sa cohésion, est analogue à ces terres de recouvrement.

Toutefois, cette distance peut être augmentée ou diminuée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, en raison de la nature plus ou moins consistante des terres de recouvrement et de la masse exploitée elle-même.

Le tout sans préjudice des mesures spéciales prescrites ou à prescrire par la législation des chemins de fer.

Art. 10. — L'abord de toute carrière située dans un terrain non clos doit être garanti, sur les points dangereux, par un fossé creusé au pourtour et dont les déblais sont rejetés du côté des travaux, pour y former une berge, ou par tout autre moyen de clôture offrant des conditions suffisantes de sûreté et de solidité.

Les dispositions qui précèdent sont applicables aux carrières abandonnées.

Les travaux de clôture sont, dans ce cas, à la charge du propriétaire du fonds dans lequel la carrière est située, sauf recours contre qui de droit.

Le tout sans préjudice du droit qui appartient à l'autorité municipale de prendre les mesures nécessaires à la sûreté publique.

Art. 11. — Les procédés d'abatage de la masse exploitée ou des terres de recouvrement, qui seraient reconnus dangereux pour les ouvriers, peuvent être interdits par des arrêtés du préfet, rendus sur l'avis de l'ingénieur des mines.

Dans le tirage à la poudre et en tout ce qui concerne la conduite des travaux, l'exploitant se conformera à toutes les mesures de précaution et de sûreté qui lui seront prescrites par l'autorité.

SECTION II. — *Des carrières souterraines.*

Art. 12. — Aucune excavation souterraine ne peut être ouverte ou poursuivie que jusqu'à une distance horizontale de 10 mètres des bâtiments et constructions quelconques publics ou privés, des routes ou chemins, cours d'eau, canaux, fossés, rigoles, conduites d'eau, mares et abreuvoirs servant à l'usage public.

Cette distance est augmentée d'un mètre par chaque mètre de hauteur de l'excavation.

Art. 13. — Les dispositions de l'article 10 sont applicables aux orifices des puits verticaux ou inclinés donnant accès dans des carrières souterraines, à moins que l'abord n'en soit suffisamment défendu par l'agglomération des déblais et l'élévation de leur plate-forme.

Art. 14. — Pour tout ce qui concerne la sûreté des ouvriers et du public, notamment pour les moyens de consolidation des puits, galeries et autres excavations, la disposition et les dimensions des piliers de masse, les précautions à prendre pour prévenir les accidents dans le tirage à la poudre, les exploitants se conformeront aux mesures qui leur seront prescrites par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 15 — Tout exploitant qui veut abandonner une carrière souterraine est tenu d'en faire la déclaration au préfet, par l'intermédiaire du maire de la commune où la carrière est située. Le préfet fait reconnaître les lieux par l'ingénieur des mines et prescrit, sur son rapport, les mesures qu'il juge nécessaires dans l'intérêt de la sûreté publique.

Art. 16. — Lorsque le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, constatera la nécessite de faire dresser ou compléter le plan des travaux d'une carrière souterraine, il pourra requérir l'exploitant de faire lever ou compléter le plan.

Si l'exploitant refuse ou neglige d'obtempérer à cette réquisition dans le délai qui lui aura été fixé, le plan est levé d'office, à ses frais, à la diligence de l'Administration.

SECTION III. — *Dispositions communes aux carrières à ciel ouvert et aux carrières souterraines.*

Art. 17. — La prescription des articles 9, § 1er, et 12, § 1er, ne s'applique point aux murs de clôture autres que ceux qui enceignent des cimetières ou des cours attenant à des habitations.

Le préfet peut, sur la demande de l'exploitant, réduire la distance de 10 mètres, fixée par lesdits paragraphes, sauf en ce qui concerne les propriétés privées. Il statue sur le rapport de l'ingénieur des mines, après avoir pris l'avis des ingénieurs des ponts et chaussées, s'il s'agit du domaine national ou départemental; celui du maire, s'il s'agit du domaine communal.

En ce qui concerne les propriétés privées, la distance fixée par les mêmes paragraphes peut être réduite par le fait seul du consentement du propriétaire intéressé.

Art. 18. — L'exploitant se conformera, en tout ce qui concerne le travail des enfants, filles ou femmes employés dans les carrières, aux dispositions des lois et règlements intervenus ou à intervenir.

TITRE III. — DE LA SURVEILLANCE.

Art. 19. — L'exploitation des carrières à ciel ouvert est surveillée, sous l'autorité du préfet, par les maires et autres officiers de police municipale, avec le concours des ingénieurs des mines et des agents sous leurs ordres.

Art. 20. — L'exploitation des carrières souterraines est surveillée, sous l'autorité du préfet, par les ingénieurs des mines et les agents sous leurs ordres, sans préjudice de l'action des maires et autres officiers de police municipale.

Art. 21. — Les ingénieurs des mines et les agents sous leurs ordres visitent dans leurs tournées les carrières souterraines.

Ils visiteront aussi, lorsqu'ils le jugeront nécessaire ou lorsqu'ils en seront requis par le préfet, les carrières à ciel ouvert.

Les ingénieurs des mines et les agents sous leurs ordres dressent des procès-verbaux de ces visites. Ils laissent, s'il y a lieu, aux exploitants des instructions écrites pour la conduite des travaux au point de vue de la sécurité ou de la salubrité. Ils en adressent une copie au préfet.

Ils signalent au préfet les vices d'exploitation de nature à occasionner un danger, ou les abus qu'ils auraient observés dans ces visites, et provoquent les mesures dont ils auront reconnu l'utilité.

Art. 22. — Dans le cas où, par une cause quelconque, la sûreté des ouvriers, celle du sol ou des habitations se trouve compromise, l'exploitant doit en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines ou au contrôleur des mines, ainsi qu'au maire de la commune, s'il s'agit d'une carrière souterraine.

Dans le même cas, les exploitants de carrières à ciel ouvert préviendront le maire de la commune.

De quelque façon que le danger soit parvenu à sa connaissance, le maire en informe le préfet et l'ingénieur des mines ou le contrôleur des mines.

Art. 23. — L'ingénieur des mines, aussitôt qu'il en est prévenu, ou, à son défaut, le contrôleur des mines, se rend sur les lieux, dresse procès-verbal de leur état et envoie ce procès-verbal au préfet, en y joignant l'indication des mesures qu'il juge convenables pour faire cesser le danger.

Le maire peut aussi adresser au préfet ses observations et propositions.

Le préfet ne statue qu'après avoir entendu l'exploitant, sauf le cas de péril imminent.

Art. 24. — Si l'exploitant, sur la notification qui lui est faite de l'arrêté du préfet, ne se conforme pas aux mesures prescrites, dans le délai qui aura été fixé, il y est pourvu d'office et à ses frais par les soins de l'Administration.

Art. 25. — En cas de péril imminent reconnu par l'ingénieur, celui-ci fait, sous sa responsabilité, les réquisitions nécessaires aux autorités locales, pour qu'il y soit pourvu sur-le-champ, ainsi qu'il est pratiqué en matière de voirie, lors du péril imminent de la chute d'un édifice.

Le maire peut, d'ailleurs, toujours prendre, en l'absence de l'ingénieur, toutes les mesures que lui paraît commander l'intérêt de la sûreté publique.

Art. 26. — En cas d'accident qui aurait été suivi de mort ou de blessures, l'exploitant est tenu d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines ou au contrôleur des mines, ainsi qu'au maire de la commune, s'il s'agit d'une carrière souterraine.

Dans le même cas, les exploitants de carrières à ciel ouvert devront en donner immédiatement avis au maire de la commune.

De quelque façon que l'accident soit parvenu à sa connaissance, le maire en informe sans délai le préfet et l'ingénieur des mines ou le contrôleur des mines.

Il se transporte immédiatement sur le lieu de l'événement et dresse un procès-verbal qu'il transmet au procureur de la République et dont il envoie copie au préfet.

L'ingénieur des mines ou, à son défaut, le contrôleur des mines, se rend, dans le plus bref délai, sur les lieux. Il visite la carrière, recherche les circonstances et les causes de l'accident.

dresse du tout un procès-verbal, qu'il transmet au procureur de la République et dont il envoie copie au préfet.

Il est interdit aux exploitants de dénaturer les lieux avant la clôture du procès-verbal de l'ingénieur des mines.

L'ingénieur des mines se conforme, pour les autres mesures à prendre, aux dispositions du décret du 3 janvier 1813.

Art. 27. — Les dispositions des articles 23, 24 et 25 sont applicables, à toute époque, aux carrières abandonnées dont l'existence compromettrait la sûreté publique.

Les travaux prescrits sont, dans ce cas, à la charge du propriétaire du fonds dans lequel la carrière est située, sauf son recours contre qui de droit.

Art. 28. — Lorsque des travaux ont été exécutés ou des plans levés d'office, le montant des frais est réglé par le préfet, et le recouvrement en est opéré contre qui de droit par le percepteur des contributions directes.

TITRE IV. — DE LA CONSTATATION, DE LA POURSUITE ET DE LA RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art 29. — Les contraventions aux dispositions du présent règlement ou aux arrêtés préfectoraux rendus en exécution de ce règlement, autres que celles prévues à l'article 32, sont constatées par les maires et adjoints, par les commissaires de police, gardes champêtres et autres officiers de police judiciaire, et concurremment par les ingénieurs des mines et les agents sous leurs ordres ayant qualité pour verbaliser.

Art. 30. — Les procès-verbaux sont visés pour timbre et enregistrés en débet. Ils sont affirmés dans les formes et délais prescrits par la loi pour ceux de ces procès-verbaux qui ont besoin de l'affirmation.

Art. 31. — Lesdits procès-verbaux sont transmis en originaux aux procureurs de la République, et les contrevenants poursuivis d'office devant la juridiction compétente, sans préjudice des dommages-intérêts des parties.

Copies des procès-verbaux sont envoyées au préfet du département, par l'intermédiaire de l'ingénieur en chef.

Art. 32. — Les contraventions qui auraient pour effet de porter atteinte à la conservation des routes nationales ou départementales, des chemins de fer, canaux, rivières, ponts ou autres ouvrages dépendant du domaine public, sont constatées,

poursuivies et réprimées conformément aux lois sur la police de la grande voirie.

TITRE V. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 33. — Le décret du 4 septembre 1879 (*) et toutes les dispositions contraires à celles contenues dans le présent règlement sont et demeurent abrogés.

Art. 34. — Le présent décret sera inséré au *Journal officiel*, au *Bulletin des lois* et au *Recueil des actes administratifs du département*. Il sera publié et affiché dans toutes les communes du département.

Art. 35. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Arrêté du ministre des finances, du 6 février 1893, fixant les prix des poudres à feu destinées à l'exportation.

Le ministre des finances,

Vu le décret du 21 mai 1886 relatif à l'exportation des poudres à feu (**);

Vu l'arrêté du 26 mai 1886 (**);

Vu la lettre du ministre de la guerre, en date du 29 décembre 1892;

Vu la lettre du directeur général des contributions indirectes, en date du 6 janvier 1893;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860 qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes;

Arrête :

Art. 1er. — Les prix des poudres à feu destinées à l'exportation (***) sont fixés ainsi qu'il suit pour toute commande dont la valeur atteint au moins 100 francs.

(*) Volume de 1879, p. 321.

(**) Volume de 1886, p. 180 et 183.

(***) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées.

ESPÈCES DE POUDRES				par kilogramme à payer par l'exportation	OBSERVATIONS
Poudre de commerce extérieur		ordinaire		0,625	Y compris l'emballage pour les barillages non plombés contenant au moins 11kg,25.
		forte		0,66	
Poudres de mine	ordinaire	ronde		0,75	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches comprimées ou à celui de mèches de sûreté.
		anguleuse		0,80	
		fin grain		1,20	
	forte	ronde		0,80	
		anguleuse		0,85	
		fin grain		1,25	
	lente	grenée		0,65	
		non grenée		0,65	
	au nitrate d'ammoniaque			1,50	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état de cartouches comprimées.
	au nitrate de soude			0,80	
	cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque	n° 1		2,20	Non compris l'encaissage.
		n° 2		2,50	
Poudres de guerre	anciennes fabrication (1)			1,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches de pièces d'artifices.
	nouveaux types (2)	à canon	noires	1,40	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou de munitions confectionnées.
			brunes	1,75	
		à fusil		1,50	
	dites BN (3) à canon ou à fusil			9,50	
Poudres de chasse	livrées en boîtes	ordinaire (fine)		2,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état de cartouches.
		forte (superfine)		2,75	
		spéciale (extrafine)		3,25	
	livrées à nu dans des barils	ordinaire (fine)		1,50	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état de cartouches.
		forte (superfine)		1,75	
		spéciale (extrafine)		2,00	
	pyroxylées livrées en boîtes			14,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes, ou à l'état nu, ou à l'état de cartouches.
Coton azotique pour dynamite				5,25	Non compris l'encaissage.
Coton-poudre de guerre (4)	en charges comprimées			6,50	
	en pâte			1,50	

(1) Cette désignation s'applique aux anciens types dits à canon et à mousquet.
(2) L'exportation de ces poudres pourra être suspendue par un arrêté du ministre de la guerre.
(3) Les poudres de guerre dites BN sont des poudres à grande puissance balistique destinées aux fusils de petit calibre et aux canons de tous calibres. L'exportation pourra en être suspendue par arrêté ministériel.
(4) L'exportation du coton-poudre de guerre pourra également être suspendue par arrêté du ministre de la guerre.

Art. 2. — Les types de poudre de guerre dont l'exportation est autorisée sont les suivants :

Anciens types : poudres de guerre dites à canon et à mousquet.

Nouveaux types : poudres à canon, noires : C_1, C_2, SP_1, SP_2, $A\frac{26}{34}$, $A\frac{30}{40}$, R, prismatiques ; brunes : prismatiques PB ;

Poudres à fusil F_1, F_2, F_3 ;

Poudres BN à canon et à fusil ;

Coton-poudre de guerre en charges comprimées ou en pâte.

Art. 3. — Les prix d'exportation fixés pour les poudres de mine, de guerre, de chasse et pour le coton azotique sont applicables aux explosifs de même espèce vendus par la régie dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

Art. 4. — Les poudres de commerce extérieur vendues exclusivement pour l'exportation par la voie maritime pourront être livrées en barillets dont les contenances sont indiquées au tableau ci-après avec les plus-values par 100 kilogrammes de poudre.

DÉNOMINATION DES BARILLAGES		CONTENANCES normales	PLUS-VALUE à payer par 100 kilog. de poudre
		kilog.	fr. c.
Barils....	Baril	45,000	»
	Demi-baril	22,500	»
	Quart de baril	11,250	»
Barillets...	Cinquième de baril	9,000	1,50
		8,000	2,00
		7,500	2,00
	Sixième de baril	7,000	3,00
		6,000	6,00
		5,000	8,00
	Dixième de baril	4,500	8,00
		4,000	9,00
	Douzième de baril	3,600	10,00
		3,150	11,00
		2,700	12,00
	Vingtième de baril	2,250	14,50
		2,000	16,50
	Vingt-cinquième de baril	1,800	19,00
	Trentième de baril	1,500	23,00
	Trente-troisième de baril	1,350	24,50
	Quarantième de baril	1,125	33,50
	Cinquantième de baril	0,900	40,00

Les barillets désignés dans la colonne 1 du tableau ci-dessus pourront contenir des poids de poudre variables compris entre 9 kilogrammes et 0^{kg},900. Les plus-values à payer pour les contenances intermédiaires entre deux chiffres consécutifs de la colonne 2 seront égales à celles correspondant à la contenance immédiatement inférieure.

Art. 5. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contreseing pour être notifié à qui de droit. Il sera publié au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois.*

Fait à Paris, le 6 février 1893.

P. TIRARD.

Loi, du 15 février 1893, fixant le régime de l'exploitation des mines de fer communales de RANCIÉ (Ariège).

Art. 1er. — La mine de fer de Rancié, concédée, par une ordonnance royale du 31 mai 1833, aux huit communes de Vicdessos, Sem, Goulier-et-Olbier, Auzat, Suc-et-Sentenac, Orus, Saleix et Illier-Laramade, constituant la vallée de Vicdessos (Ariège), sera administrée par un comité de onze membres, élus par les conseils municipaux des huit communes précitées, à raison de deux membres pour chacune des trois communes de Vicdessos, Sem, Goulier-et-Olbier, et de un membre pour chacune des cinq autres communes.

Art. 2. — A la suite de chaque renouvellement intégral d'un conseil municipal, il est procédé par ce conseil à l'élection des membres du comité dont la désignation lui appartient.

Les membres décédés ou démissionnaires seront immédiatement remplacés par le conseil municipal qui les avait élus.

Si un conseil municipal refuse ou s'abstient de procéder à une élection de membres du comité, le préfet, à la suite d'une mise en demeure signifiée au maire et restée sans effet, pourvoit à la vacance par une nomination d'office.

Ne peuvent être élus ou nommés membres du comité que des habitants des huit communes inscrits sur les listes électorales politiques.

Art. 3. — Le comité peut être dissous par un décret motivé du Président de la République.

En cas de dissolution du comité, les conseils municipaux procèdent à de nouvelles élections dans la quinzaine de la publication du décret de dissolution.

Tout membre du comité qui, sans motifs reconnus légitimes, s'est abstenu de se rendre à trois convocations successives du comité, peut être déclaré démissionnaire par le ministre des travaux publics.

Art. 4. — Le comité a tous pouvoirs pour exploiter la mine et en vendre les produits.

L'exploitation de la mine de Rancié constitue une entreprise

soumise au droit commun des mines, distincte des biens et services communaux, et qui ne pourra, en aucun cas, être une cause de dépenses ou de recettes pour le budget des communes.

L'entreprise este en justice par son comité ou ses représentants.

Le comité nomme parmi ses membres un président, un vice-président et un secrétaire.

Partie des pouvoirs du comité peut être déléguée par lui soit à l'un de ses membres, soit au directeur de l'exploitation.

Art. 5. — Les ouvriers occupés dans la mine et ses dépendances sont exclusivement choisis parmi les habitants de la vallée de Vicdessos.

Les bénéfices annuels de l'entreprise appartiennent à l'ensemble des ouvriers qui ont été occupés dans la mine et ses dépendances au cours de l'année.

Art. 6. — Les travaux sont conduits par un directeur de l'exploitation, ayant sous ses ordres, pour leur surveillance, des chefs mineurs ou jurats, choisis parmi les ouvriers.

Art. 7. — Un règlement d'administration publique déterminera les attributions, le mode de nomination et de fonctionnement du comité et de ses délégués, du directeur et des employés de l'exploitation, et des jurats; les règles relatives à leur rémunération, les règles sur l'admission, la suspension et la radiation des ouvriers, leurs conditions de travail, leur mode de rémunération et leur discipline; la constitution et la gestion du fonds de réserve; l'organisation des institutions de prévoyance; les règles relatives à l'autorisation et au service des emprunts pour dépenses de premier établissement; les règles relatives à la détermination et à la répartition des bénéfices, et généralement toutes les questions d'organisation et de fonctionnement de l'entreprise qui ne sont pas fixées par la présente loi.

Art. 8. — Sont abrogés les articles 3, 4, 5 et 6 de l'ordonnance du 31 mai 1833 (*).

La présente loi entrera en vigueur trois mois après sa promulgation, en même temps que le règlement d'administration publique prévu à l'article précédent.

Ce règlement remplacera, à partir de cette date, le règlement général annexé à l'ordonnance du 31 mai 1833, modifié par l'ordonnance du 25 mai 1843 (**) et par le décret du 21 mars 1855 (***).

(*) *Annales des mines*, 2e volume de 1833, p. 572.
(**) *Annales des mines*, 1er volume de 1843, p. 923 et 928.
(***) Volume de 1855, p. 64.

Les articles 1, 2, 7 et 8 de l'ordonnance du 31 mai 1833, non abrogés par la loi qui précède, sont ainsi conçus :

Art. 1er. — Les communes de Vicdessos, Sem, Goulier-et-Olbier, Auzat, Saleix, Orus, Suc-et-Sentenac, Illier-et-Laramade (Ariège) sont déclarées concessionnaires des mines de fer de Rancié.

Art. 2. — Cette concession comprenant, avec extension sur le territoire de Lercoul, une étendue de 5 kilomètres carrés, 48 hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au *levant* et au *midi*, à partir de la croix Saint-Tanogue, point U du plan, par une ligne droite tirée au pic de l'Homme, ou cime de Les Couil, puis par une ligne brisée se dirigeant vers le *sud* et ensuite vers l'*ouest*, en suivant jusqu'à la sommité du Calbò, point M' du plan, la crête qui sépare les eaux tombant, d'une part, dans la vallée de Sem et, d'autre part, dans la vallée de Signer ;

Au *couchant*, à partir du point M', sommité du Calbo, par une ligne brisée menée vers le *sud*, en suivant jusqu'au pic de Rizoul ou Berquié la crête qui sépare les eaux tombant, d'une part, dans la vallée de Sem et, d'autre part, dans la vallée de Goulier ;

Au *nord*, à partir du pic de Rizoul, point G du plan, par une ligne brisée suivant la crête des montagnes, et passant au col de Sem au pic dit le *Roc-del-Col* et à la sommité dite Castels, traversant la vallée de Sem et passant au rocher de Caracon, point D du plan, et remontant la crête dite *la Sarre-Longue* jusqu'au pic d'Anders, point P du plan ; de ce dernier point, par une ligne brisée marquée P, R, T, U sur le plan, et aboutissant à la croix de Saint-Tanogue, point de départ.

. . . .

Art. 7. — La présente ordonnance sera publiée et affichée dans toutes les communes des cantons de Vicdessos et de Tarascon, et insérée dans la feuille d'annonces du département.

Art. 8. — Nos ministres, secrétaires d'État, du commerce et des travaux publics, et des finances sont chargés de l'exécution, etc.

Décret du Président de la République, du 15 février 1893, portant rejet de la demande de la Société anonyme « LES MINES DE RAMILLARD », *en concession de mines de plomb argentifère et autres minerais connexes, sur le territoire des communes de* SAINT-CLÉMENT, LA CHABANNE et LAPRUGNE, département de l'ALLIER.

JURISPRUDENCE.

CONSEIL D'ÉTAT.

Concessions de mines. — Réunion. — Décret du 23 octobre 1852 (affaire Prax).

Arrêt rendu le 20 janvier 1893.

(extrait.)

Vu la requête présentée pour le sr Prax (Maurice), demeurant à Bayonne (Basses-Pyrénées); ladite requête enregistrée au secrétariat du contentieux du Conseil d'État le 13 août 1889, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler, pour excès de pouvoir, un décret du 12 avril 1889, portant rejet de la demande de la Compagnie anonyme des Salines de Dax en autorisation de réunir à ses concessions celle de Larralde ayant appartenu au requérant;

Ce faire, attendu que le sr Prax ayant, par acte des 17 et 19 juillet 1886, vendu à la Compagnie des Salines de Dax sa concession de Larralde, le décret attaqué, en s'opposant à la réunion de cette saline à celles de la compagnie précitée, a violé l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, qui donne à tout propriétaire d'une concession de mine le droit de la céder comme toute autre propriété; que ledit décret n'avait pas à statuer sur une demande en réunion qu'aucun texte législatif n'imposait à la Compagnie des Salines de Dax l'obligation légale de faire; que, dans tous les cas, en repoussant cette demande, il a méconnu le droit ouvert au profit du requérant par l'article 7 précité, porté atteinte aux droits acquis par lui, en vertu du contrat des 17-19 juillet 1886 passé avec la Compagnie des Salines de Dax et lui a enlevé les bénéfices et les avantages qui résultaient pour lui de la cession de sa concession de Larralde; que le décret du 23 octobre 1852 que vise l'acte attaqué n'a pu conférer au gouvernement un droit en contradiction formelle avec l'article 7 de la loi de 1810, ledit décret, rendu en dehors de la période dictatoriale des décrets-lois prévue par la Constitution du 14 janvier 1852, n'ayant aucun caractère législatif et n'ayant pu par suite modifier la disposition dudit article 7; que, d'autre

part, ce décret n'a pas le caractère réglementaire, les actes réglementaires ne pouvant statuer que sur des défauts d'exécution de la loi sans porter atteinte aux principes ou aux droits consacrés par elle;

Vu le décret attaqué;

Vu les observations présentées par le ministre des travaux publics en réponse à la communication qui lui a été donnée de la requête, lesdites observations enregistrées comme ci-dessus le 24 avril 1890 et tendant au rejet de ladite requête tant comme non recevable, que comme mal fondée, par les motifs: que les parties ont dans la convention du 19 juillet 1886 subordonné la réunion projetée de leurs concessions à l'autorisation de l'autorité compétente et contracté ainsi sous condition suspensive; que cette condition ne s'étant pas réalisée, le contrat doit être considéré comme n'ayant pas pris naissance; qu'ainsi il n'a été porté aucune atteinte directe et actuelle à des droits qui n'existaient pas et il n'a été causé au s[r] Prax aucun préjudice; qu'au fond, en rejetant la demande de la Compagnie des Salines de Dax, le décret du 12 avril 1889 n'a fait qu'appliquer le décret du 23 octobre 1852, lequel constitue un acte réglementaire rendu dans la limite des attributions qui appartiennent au pouvoir exécutif pour assurer l'exécution des lois et qui découlent des pouvoirs de haute police reconnus à l'autorité, en matière d'exploitation de mine, pour sauvegarder l'intérêt public; qu'au surplus le Conseil d'État n'a jamais cessé d'appliquer ce décret et notamment a rappelé d'une façon expresse l'obligation qu'il édicte dans l'article 10 de chacun des décrets qui ont institué les concessions possédées par la Compagnie des Salines de Dax.

Vu le mémoire en réplique produit pour le s[r] Prax, ledit mémoire enregistré au secrétariat du contentieux le 26 novembre 1890, et tendant aux mêmes fins que ci-dessus par les motifs développés dans la requête et attendu, en outre, que la fin de non-recevoir opposée par le ministre des travaux publics ne saurait être admise, que le décret du 23 octobre 1852 étant illégal et inconstitutionnel, les parties n'ont pu acquiescer à ses dispositions, l'acquiescement à un acte illégal étant impossible; que, d'ailleurs, dans l'espèce, ce prétendu acquiescement n'aurait pas été volontaire et n'aurait été que le résultat d'une erreur de droit; que si la Compagnie des Salines de Dax et le s[r] Prax ont, par erreur, cru nécessaire de demander l'autorisation du gouvernement, cette erreur sur une clause accessoire du contrat ne vicie pas ledit contrat; le but essentiel poursuivi par les par-

ties et sur lequel elles ont été et demeurent d'accord étant la cession de la saline de Larralde;

Vu l'avis du conseil général des mines;

Vu les autres pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 21 avril 1810;

Vu le décret du 23 octobre 1852;

Vu la loi du 24 mai 1872;

Ouï M. Arrivière, maître des requêtes en son rapport;

Ouï Me Le Sueur, avocat du sr Prax, en ses observations;

Ouï Mr Jagerschmidt, maître des requêtes, commissaire du gouvernement en ses conclusions;

Considérant qu'aux termes de l'article 31 de la loi du 21 avril 1810 : « plusieurs concessions pourront être réunies entre les mains du même concessionnaire »; que, par cette disposition, ledit article qui est placé dans la section même de la loi relative à l'obtention des concessions a entendu réserver au gouvernement le droit de se prononcer sur la réunion des exploitations comme s'il s'agissait d'une concession primitive, en la subordonnant à son autorisation préalable et a apporté ainsi, pour le cas de concentration desdites exploitations, une exception à la règle générale édictée par l'article 7 de la même loi;

Que le décret du 23 octobre 1852, en faisant défense à tout concessionnaire de mines de réunir sa ou ses concessions à d'autres concessions de même nature, sans l'autorisation du gouvernement, n'a eu pour but que d'assurer l'exécution de la disposition ci-dessus rappelée de l'article 31 de la loi du 21 avril 1810;

Qu'il suit de là qu'en rejetant, par le décret susvisé du 12 avril 1889, pris en conformité de cet article et de l'article 1er du décret du 23 octobre 1852, la demande de la Compagnie des Salines de Dax en autorisation de réunir à ses concessions celle des mines de sel gemme de Larralde appartenant au sr Prax, le gouvernement n'a fait qu'user du pouvoir qu'il tient de la disposition précitée de la loi du 21 avril 1810; que le décret attaqué n'est d'ailleurs entaché d'aucun vice de forme; que, dès lors, le sr Prax n'est pas fondé à en demander l'annulation pour excès de pouvoir;

Décide :

Art. 1er. — La requête du sr Prax est rejetée.

Art. 2. — Expédition de la présente décision sera transmise au ministre des travaux publics.

PERSONNEL

I. — Ingénieurs

NÉANT.

II. — Contrôleurs des mines.

NOMINATIONS.

1er *février* 1893. — M. **Simon** (Jules), ancien élève breveté de l'École des mines de Saint-Étienne, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département d'Alger, à la résidence d'Alger, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Alger et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Est-Algérien.

22 *février*. — M. **Lafond** (Pierre), ancien élève breveté de l'École des Maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département du Pas-de Calais, à la résidence d'Arras, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Béthune et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Nord.

CONGÉ RENOUVELABLE.

6 *février* 1893. — M. **Perrève** (Gustave), Contrôleur de 3e classe attaché, dans le département du Pas-de-Calais, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Arras et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Nord, est mis, sur sa demande, en congé renouvelable de cinq ans, et autorisé à

entrer en qualité d'Ingénieur principal, au service des mines de Lalle, à Bessèges (Gard).

RETRAITE.

	Date d'exécution.
M. **Martine** (Henry), Contrôleur principal, Dordogne, services du sous-arrondissement minéralogique de Périgueux et du Contrôle de l'exploitation des chemins de fer d'Orléans.	1er fév. 1893

DÉCISIONS DIVERSES.

27 *janvier* 1893. — M. **Girod** (Apollinaire), Contrôleur de 2e classe, attaché dans le département de l'Eure, à la résidence d'Évreux, au service du sous-arrondissement minéralogique de Rouen, est attaché, en outre, au service du contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Ouest.

1er *février*. — M. **Jacquin** (Paul), Contrôleur de 2e classe, attaché, dans le département des Basses-Pyrénées, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Pau et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Midi, passe dans le département de la Dordogne, à la résidence de Périgueux, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Périgueux et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer d'Orléans.

1er *février*. — M. **Vion** (Edmond), Contrôleur de 2e classe, attaché dans le département d'Alger, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Alger et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Est-Algérien, passe dans le département des Basses-Pyrénées, à la résidence de Pau, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Pau et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Midi.

20 *février*. — M. **Bouvier** (Jules), Contrôleur principal, attaché dans le département de la Seine, au service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Ouest, passe dans le département d'Alger, à la résidence d'Alger, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Alger et du Contrôle de l'exploitation technique du chemin de fer d'Alger à Oran.

SERVICE DES MINES.

Arrêté du 11 février 1893. — La partie du territoire du département de Saône-et-Loire ci-après définie est distraite du sous-arrondissement minéralogique de Chalon-sur-Saône et rattachée au sous-arrondissement de Dijon, savoir :

Canton de Lucenay-l'Évêque en entier. — Canton d'Autun, moins la commune d'Autully. — Canton d'Épinac : communes d'Épinac, Saint-Léger-du-Bois, Sully, Morlet et Saisy. — Canton de Saint-Léger-sous-Beuvray : commune de la Grande-Verrière.

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

Arrêté du 2 février 1893. — Le service du Contrôle de l'exploitation de la section de la ligne de Vitry-le-François à Lérouville, comprise entre Vitry et Blesme, est organisé de la manière suivante, savoir :

I. *Contrôle des Travaux neufs et d'entretien.*

M. **Weisgerber**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

1er arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées (M. **Le Chatelier**, à Paris).

II. *Contrôle de l'Exploitation technique.*

M. **Nivoit**, Ingénieur en Chef des Mines.

3e arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Mines (M. **Cousin**, à Nancy).

III. *Contrôle de l'Exploitation commerciale.*

M. **Demay**, Inspecteur principal, à Paris.

1re circonscription d'Inspecteur particulier (M. **Bicheron**, à Paris).

IV. *Surveillance administrative.*

Commissariat de Vitry-le-François (M. **Bivert**).

Arrêté du 18 février. — Le service du contrôle de l'exploitation de la section de la ligne de Tours à Sargé (réseau des chemins

de fer de l'État) comprise entre Montoire et Sargé, est organisé de la manière suivante, savoir :

I. *Contrôle des Travaux neufs et d'entretien.*

M. **Violette de Noircarme**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

2e arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Blois.

II. *Contrôle de l'Exploitation technique.*

M. **Olry**, Ingénieur en Chef des Mines, à Paris.

1er arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Mines, à Paris.

III. *Contrôle de l'Exploitation commerciale.*

M. **Zerling**, Inspecteur principal, à Paris.

1re circonscription d'Inspecteur particulier, à Paris.

IV. *Surveillance administrative.*

Commissariat de Vendôme.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES.

Décret du 2 février 1893. — Une chaire d'électricité industrielle est créée à l'École nationale supérieure des mines.

Le Gérant : Ve Dunod. — Imprimerie C. Marpon et E. Flammarion, 26, rue Racine.

EXPLICATION DES PLANCHES.

AVRIL.

NÉANT.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME III.

5e LIVRAISON DE 1893.

PARIS.

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

TABLE DES MATIÈRES.

u·s 2

MAI.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

Pages.

BULLETIN.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Mars.

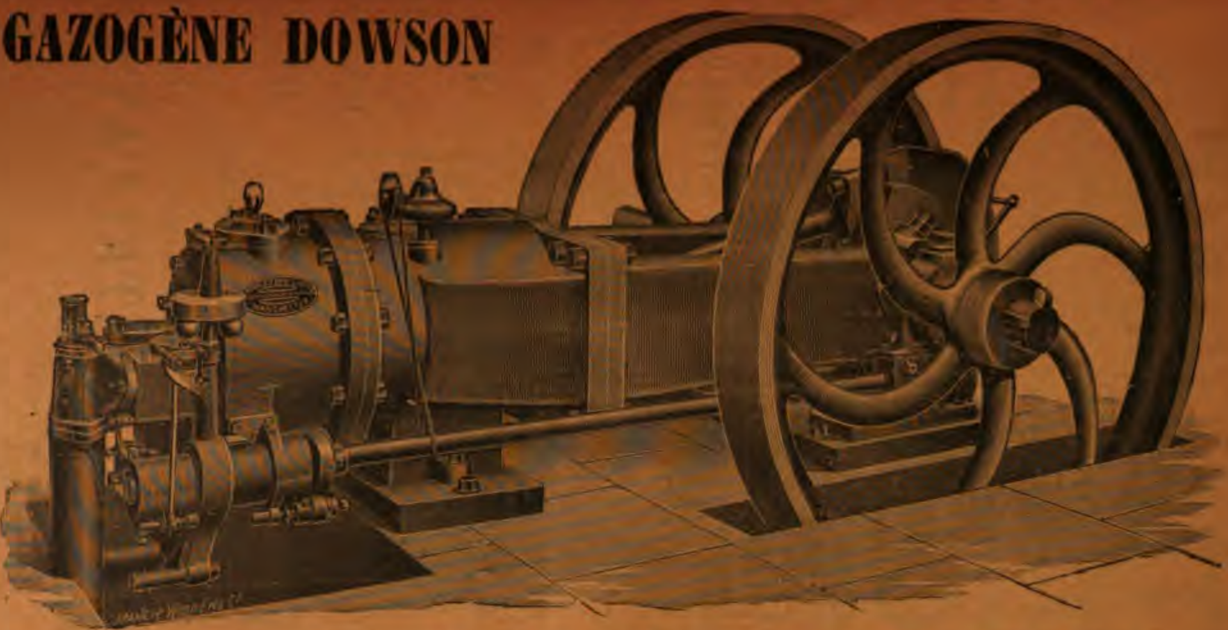
N.-B. — Le *Journal officiel* publie tous les lundis les propositions et homologations de tarifs de chemins de fer. Des abonnements spéciaux peuvent être pris pour la partie du journal contenant lesdites propositions et homologations.

nt **19,000** *sortis de la Maison Crossley*

DE 1/2 A 140 CHEVAUX

PLUS DE 40.000 MOTEURS EN MARCHE

GAZOGÈNE DOWSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que **600** à **700** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, Faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION, 47, RUE LAFAYETTE

MATÉRIEL POUR MINES

VENTILATEURS SYST. L. SER

Brevetés S. G. D. G.

A BRAS, FIXES ET PORTATIFS

Pour Mines, Forges, Fonderies, Navires, Séchoirs, etc. Seul ventilateur ayant obtenu la médaille d'or à l'Exposition universelle de Paris 1889, la plus haute récompense accordée aux appareils de ce genre.

Références : Plus de 300 applications en 3 ans.

TUYAUX D'AÉRAGE

COMPRESSEURS D'AIR Syst. BURCKHARDT & WEISS

Breveté S. G. D. G.

A GRANDE VITESSE, FONCTIONNANT A SEC — MODÈLE 1891

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

POMPES HELICO-CENTRIFUGES. Syst. MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE Syst. COXE, Bté S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS — TRIAGES — CRIBLAGES — DÉSCHISTAGE

TRAINAGES MÉCANIQUES — WAGONNETS ET VOIES PORTA'

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER — HU...

CAGES D'EXTRACTION FER OU ACIER AVEC PARACHUTE

Paliers à rotule Roquel, évitant le frottement des câbles sur les joues des ...

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPE...

LOCOMOBILES — TRANSMISSIONS. — GROSSE CHAUDR...

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEM...

Catalogues sur demande.

EXPOSITION UNIVERSELLE. PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

J. PINETTE* CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 380 Ouvriers

Surface occupée par les Usines 25.000 mètres

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE

PRUSSE

LOI DU 24 JUIN 1892

MODIFIANT

DIVERSES DISPOSITIONS DE LA LOI ORGANIQUE SUR LES MINES DU 24 JUIN 1865

NOTICE ET TRADUCTION

Par M. J. ICHON, Ingénieur en chef des mines.

La loi générale sur les mines pour le royaume de Prusse du 24 juin 1866, que nous avons fait connaître autrefois aux lecteurs des *Annales* (*), a subi déjà, on le sait, depuis sa mise en vigueur, un certain nombre de modifications partielles.

Une dernière loi du 24 juin 1892 vient d'apporter de nouveaux changements dans les prescriptions relatives aux relations entre les exploitants, les employés et les ouvriers et dans quelques-unes de celles relatives au service de l'administration des mines.

On trouvera plus bas la traduction de cette nouvelle loi. Son but principal a été de conformer, autant que possible, les prescriptions sur les relations entre exploi-

(*) *Annales des mines*, partie administrative, 1868, p. 81.

tants et ouvriers des mines aux prescriptions générales sur les relations entre patrons et ouvriers édictées par la *Gewerbeordnung* ou *Ordonnance pour l'industrie*, édictée pour tout l'Empire le 1er juin 1891.

Comme « l'Ordonnance pour l'industrie » édictée antérieurement dans la Confédération du Nord ou plus tard pour l'Empire, la *Gewerbeordnung* de 1891 ne s'applique pas en principe à l'exploitation des mines; il y est fait mention expresse des dispositions qui lui sont applicables; nous les indiquerons plus loin. D'autres prescriptions ont paru pouvoir être appliquées utilement aux mines, mais en les comprenant dans la loi minière même, dûment modifiée à cet effet dans son texte primitif.

A raison des différences de réglementation que justifie la différence de la nature des industries, il a paru que les seules dispositions à emprunter à la *Gewerbeordnung* pour les introduire dans la loi des mines sont celles concernant le personnel. La préoccupation du législateur a été spécialement de rendre obligatoires pour les mines les *règlements de travail*, que l'ancienne législation rendait simplement facultatifs, et de préciser, aussi explicitement que possible, les règles des relations entre patrons et ouvriers. L'exposé des motifs de la loi disait notamment : « Sur certaines mines, il n'y a point de règlements; là où il en existe, ils ne répondent pas pour la plupart à cette exigence aujourd'hui générale et d'ailleurs juste, *que les règlements de travail doivent comprendre aussi complètement que possible les relations contractuelles entre le propriétaire de mine et l'ouvrier mineur, afin d'éviter des malentendus qui peuvent devenir une source de différends.* » D'après l'exposé des motifs, l'absence, dans la plupart des règlements de travail, de la fixation explicite des relations entre patrons et ouvriers, aurait été une des causes déterminantes des grèves de 1889.

Le règlement de travail doit être, à l'avenir, la base essentielle du contrat entre les exploitants et leurs ouvriers; la législation générale ne doit que compléter ce règlement. Comme l'indique l'alinéa premier du paragraphe 80*e*, le texte du règlement de travail a force de loi pour le patron et pour l'ouvrier.

On comprend que, dans ces conditions, la loi indique en détail les points sur lesquels le règlement de travail *doit* contenir des prescriptions, comme elle le fait au paragraphe 80 *b*; le règlement *peut* en contenir d'autres, si l'exploitant le juge à propos, conformément à l'alinéa 3 du paragraphe 80 *d*. Le règlement de travail n'exige aucune approbation de l'administration pour avoir force de loi, mais conformément au paragraphe 80 *h*, l'administration des mines, à laquelle il doit être communiqué, peut en exiger le redressement, s'il déroge aux prescriptions de la loi.

Tout règlement de travail nouveau ou toute addition à un règlement de travail doit, conformément au paragraphe 80*f*, être communiqué pour avis, avant sa publication, aux ouvriers majeurs de l'établissement; mais les exploitants sont libres de tenir de ces avis tel compte qu'il leur convient. Lorsqu'il existe sur la mine une délégation permanente des ouvriers, c'est elle qui donne son avis; par délégations permanentes, il faut entendre non seulement des délégations spéciales, telles que celles établies pour certaines mines, mais encore les comités de direction des caisses de secours et de prévoyance s'ils sont composés en majeure partie d'ouvriers, ou les anciens des *Knappschaftsvereine*, en tant que ces divers organes ont été confirmés comme délégations permanentes; la création de délégations permanentes n'est d'ailleurs nullement obligatoire.

Le premier point indiqué par la loi comme devant être réglé dans le règlement de travail est le commencement

et la fin du travail journalier régulier, autrement dit la journée de travail.

La loi elle-même ne donne d'ailleurs aucune prescription sur ce sujet et la fixation de la durée de la journée paraît absolument laissée à l'appréciation des exploitants; cependant, il n'en est pas tout à fait ainsi. L'article 5, sous la lettre B, porte que « les administrations supérieures des usines (*Oberbergämter*) peuvent, au cas où la santé des ouvriers serait compromise par une durée excessive de la journée de travail, fixer le commencement et la fin de la journée avec des périodes de repos intermédiaires, et prendre les mesures nécessaires pour l'application de ces prescriptions. » — Dans les autres industries la *Gewerbeordnung* reconnait, par son paragraphe 120 *e*, la même faculté au Conseil fédéral de l'Empire.

L'administration des mines n'a du reste pas attendu cette prescription nouvelle, pour limiter la durée de la journée de travail dans certains cas, en se basant sur le paragraphe 196 de la loi générale sur les mines de 1865 qui lui confie entre autres une surveillance sur la sécurité de la vie et la santé des ouvriers.

Elle a notamment limité la journée de travail des mécaniciens, receveurs, etc., des machines de descente et de remonte des ouvriers; elle a aussi limité à six heures au plus le travail dans les chantiers dont la température dépasse 29 ou 30°, etc.

Le règlement de travail doit renfermer des prescriptions sur l'établissement et le décompte des salaires et notamment sur les travaux à la tâche. Il est question, en particulier, de la constatation des accords conclus; ainsi qu'il résulte de l'exposé des motifs, cette prescription ne suppose pas la passation d'un contrat formel en double expédition; il suffit de l'inscription des conditions de la tâche sur un registre *ad hoc*, suivie de la signature de l'employé chargé d'arrêter les accords.

Le règlement de travail doit indiquer, d'une manière générale, les conditions dans lesquelles les deux parties peuvent demander une modification aux conditions convenues d'une tâche, et celles dans lesquelles il peut être fait des retenues.

La loi indique, dans ses paragraphes 81, 82, 83, des conditions de résiliation du contrat de travail auxquelles il peut cependant être dérogé par les prescriptions du règlement de travail.

Le règlement doit prévoir la nature et la quotité des punitions éventuelles et indiquer les personnes qui peuvent les infliger. La loi stipule néanmoins, dans son paragraphe 80 *d*, d'une part que les punitions ne doivent pas blesser le sentiment d'honneur ou les bonnes mœurs, d'autre part que les amendes ne doivent pas, en général, dépasser la moitié du salaire journalier moyen, et, dans le cas d'infractions graves, telles que les contraventions aux prescriptions de la loi ou aux mesures de sécurité, les voies de fait contre d'autres ouvriers, etc., — les amendes ne doivent pas dépasser le salaire journalier moyen. Cette limitation des amendes ne prive pas l'exploitant du droit de réclamer des dommages-intérêts au coupable, s'il y a lieu.

Les amendes doivent être consignées sur un registre spécial, avec les motifs de la punition et le nom des coupables (paragraphe 80 *e*); ce registre est accessible au fonctionnaire des mines du district.

Le règlement de travail doit encore renfermer des prescriptions sur la livraison aux ouvriers de matériaux et d'outils d'exploitation.

Les mines sont soumises, comme les diverses industries, aux prescriptions des articles 115 à 119 de la *Gewerbeordnung* qui prennent la place des paragraphes 86 à 90 de l'ancienne loi et leur sont semblables.

D'après ces prescriptions les patrons doivent payer les

salaires en monnaie de l'Empire; toutefois, ils peuvent livrer à crédit aux ouvriers des vivres au prix d'achat, le logement et du terrain de culture moyennant les loyers d'usage, le chauffage, l'éclairage, la *pension alimentaire*, les médicaments et le service médical, les outils et les matériaux nécessaires à leur travail aux prix de revient moyens; le montant de ces fournitures peut être déduit du salaire. Les outils et matériaux nécessaires aux travaux à la tâche peuvent être comptés à un prix supérieur au prix de revient, pourvu qu'il ne dépasse pas le prix d'usage de la localité et qu'il ait été arrêté d'un commun accord.

Les exploitations de mines sont soumises aux articles 115 à 116 et suivants de la *Gewerbeordnung* (voir traduction plus loin) qui renferment d'autres prescripcriptions sur le payement des salaires, sur la nullité des payements et des conventions contraires aux prescriptions de l'article 115, etc.

L'alinéa 2, du paragraphe 80 *c* de la loi, prescrit les mesures à prendre au sujet des bennes refusées pour cause de mauvais chargement. Les ouvriers des chantiers doivent en être avisés et ils peuvent déléguer quelqu'un d'entre eux pour surveiller la manière dont s'opère la reconnaissance de ces bennes pourvu que cette surveillance ne gène pas l'extraction.

Suivant le paragraphe 80 *g*, le règlement de travail doit être remis à tout ouvrier, lors de son entrée au travail.

D'après l'exposé des motifs, un ouvrier qui aurait commencé le travail, tout en ayant refusé de prendre le règlement, devrait être considéré comme en ayant accepté les conditions.

Le paragraphe 80 *k* donne des prescriptions sur le calcul du salaire pour les travaux à la tâche; les bennes d'extraction doivent être taxées comme capacité ou

comme poids, suivant le mode de calcul admis, et elles doivent porter l'indication de cette taxe ; il est interdit de faire des défalcations sur l'extraction pour déchets de lavage, de halde, etc. Les *Bezircksbeamten* (fonctionnaires des mines du district) sont chargés de surveiller l'exécution de ces prescriptions, et les exploitants doivent leur fournir les moyens nécessaires, main-d'œuvre ou autres.

Les paragraphes 81 à 83 *a* de la nouvelle loi contiènnent des prescriptions sur la résiliation du contrat de travail. Celles de l'ancienne loi sont maintenues, mais il s'en ajoute d'autres empruntées à la *Gewerbeordnung*.

Le renvoi des ouvriers peut avoir lieu : lorsqu'ils trompent le patron sur leur situation par de faux documents ; lorsqu'ils quittent indûment le travail ou refusent de remplir leurs obligations ; lorsqu'ils causent volontairement des dommages ou lorsqu'ils cherchent à induire d'autres personnes à commettre des actions illégales ou immorales.

Le renvoi ne peut avoir lieu que dans la semaine qui suit le moment où l'exploitant a connu les faits incriminés. Il peut y avoir lieu à indemnité en faveur de l'ouvrier renvoyé; la teneur du contrat de travail ou les prescriptions légales en décident.

Comme pour le renvoi de l'ouvrier, la nouvelle loi prévoit, d'accord avec la *Gewerbeordnung*, plusieurs cas de départ anticipé de l'ouvrier qui sont nouveaux pour les mines; ce sont celui où l'exploitant ou ses employés cherchent à l'induire à commettre des actions illégales ou immorales; celui où ils n'occupent pas suffisamment l'ouvrier à la tâche; enfin celui où ils cherchent à réaliser des profits illicites aux dépens de l'ouvrier.

Il y a lieu de mentionner ici les prescriptions de l'article 119*a* de la *Gewerbeordnung* qui s'appliquent aux mines. D'après elles, le patron ne peut faire, pour s'in-

demniser du dommage résultant du départ anticipé de l'ouvrier, des retenues dépassant, à chaque paye, un quart du salaire dû et en tout le montant du salaire hebdomadaire moyen. En ce qui concerne les salaires, les *communes* peuvent fixer des délais pour la paye compris entre un mois et une semaine ; elles peuvent aussi prescrire la remise aux parents ou tuteurs des salaires des ouvriers non majeurs (voir traduction).

Comme dans l'article 124 *a* de la *Gewerbeordnung*, on a prévu, dans le paragraphe 83 *a* de la loi sur les mines, des cas où, pour raisons majeures, le contrat peut être résilié sans dénonciation préalable; cette prescription n'existait pas dans la loi de 1865.

Le paragraphe 84 de la nouvelle loi a conservé la teneur du même paragraphe de l'ancienne loi, sauf le dernier alinéa, emprunté à la *Gewerbeordnung*, portant défense d'inscrire sur le certificat des signes spéciaux destinés à faire reconnaître l'ouvrier. Il y a aussi en plus de l'ancien paragraphe 84 la faculté accordée à l'ouvrier de demander un témoignage sur ses aptitudes dans le certificat.

Le certificat reste pour l'ouvrier, comme par le passé, la condition *sine qua non* de son réengagement dans une autre mine ; il n'en est pas ainsi pour les ouvriers des autres industries.

L'ancienne loi sur les mines ne faisait pas de distinction entre les ouvriers majeurs et ceux qui ne le sont pas. Au contraire, la nouvelle loi, se conformant aux prescriptions de la *Gewerbeordnung* renferme, dans les paragraphes 85 *b* à 85 *h*, une série de dispositifs concernant l'emploi des ouvriers non majeurs. Ceux-ci sont astreints au livret de travail, que l'exploitant doit exiger et qu'il garde pendant le séjour de l'ouvrier. Il y consigne l'entrée et la sortie de l'ouvrier et le genre de son travail, mais rien d'autre. Les livrets sont remis aux pa-

rents ou tuteurs, si l'ouvrier est âgé de moins de seize ans ou s'ils les réclament. Sans examiner plus en détail les dispositifs relatifs à ces livrets, nous signalerons qu'on a été conduit à prendre ces mesures au sujet des ouvriers non majeurs à cause du rôle important qu'ils ont joué dans les grèves de 1889 et 1890, et de la trop grande liberté que leur laissait, d'après l'exposé des motifs, l'ancienne législation.

Les dispositifs du paragraphe 86 qui rend les exploitants responsables du dommage causé à d'autres par l'embauchage ou l'occupation d'ouvriers qu'ils savent engagés envers ces derniers, est emprunté à la *Gewerbeordnung* et est nouveau pour les mines.

Les prescriptions du paragraphe 87, conformes à celles de l'article 120 de la *Gewerbeordnung*, qui ont pour but de faire suivre des cours aux ouvriers âgés de moins de 18 ans, tendent, comme l'indique l'exposé des motifs, autant à un but d'éducation morale qu'à un but d'instruction. L'organisation de pareils cours est facultative pour les exploitants, qui sont tenus seulement à donner aux ouvriers le temps nécessaire pour leur fréquentation; cette obligation n'existait pas auparavant. Par contre, la fréquentation des cours peut, avec l'assentiment de l'administration supérieure des mines (*Oberbergämter*), être rendue obligatoire pour les ouvriers par des prescriptions communales.

L'ancienne loi des mines ne renfermait rien au sujet des relations de service entre les exploitants de mines et leurs employés. Les paragraphes 88 à 91 contiennent à ce sujet des prescriptions tout à fait analogues à celles de la *Gewerbeordnung*. Elles ont trait aux conditions de résiliation des contrats de service entre les exploitants et les employés en dehors des circonstances régulières. D'après l'exposé des motifs, l'exploitant pouvait, dans le cas où il n'y avait pas de contrat ou lorsque le contrat

n'était pas suffisamment explicite, renvoyer l'employé sans indemnité aucune en cas de divergences d'opinion, ou dénoncer le contrat brusquement et sans indemnité pour l'employé, si celui-ci devenait incapable d'exercer ses fonctions, par exemple, en cas de maladie.

Le paragraphe 92 de la loi attribue le produit de certaines des amendes prévues par la loi aux caisses de prévoyance comme le même paragraphe de l'ancienne loi.

Le paragraphe 93 est la reproduction du même paragraphe de l'ancienne loi.

Le titre B de la nouvelle loi, concernant la compétence des autorités minières, renferme des dispositions nécessitées par ses prescriptions antérieures, étant entendu qu'il était dans l'intention du législateur de confier à l'administration des mines, et spécialement aux employés de district, la surveillance que la *Gewerbeordnung* confie, par son article 139 *b* à des employés spéciaux (*). Les articles II et III ne sont que la reproduction des paragraphes 77 et 189, alinéa 2 de l'ancienne loi, complétés en ce qui concerne la surveillance de l'exécution du règlement de travail et les autres objets de surveillance nouveaux pour l'administration des mines.

L'article IV a pour but d'étendre la surveillance des autorités minières, en dehors des objets de l'ancien paragraphe 196, « au maintien des bonnes mœurs et des convenances dans l'exploitation », à l'exemple de l'article 120 *b* de la *Gewerbeordnung*. Il appartient, d'après cela, aux autorités minières, d'ordonner au besoin des mesures spéciales pour cet objet.

Nous avons déjà insisté plus haut sur la prescription ajoutée au paragraphe 197 de l'ancienne loi et nous n'avons pas besoin d'y revenir.

Les additions aux paragraphes 192 et 193 de l'an-

(*) *Gewerbe-Aufsichtsbeamte* — Employés à la surveillance des industries.

cienne loi que mentionne l'article VI de la nouvelle loi consacrent, comme pour les autres industries, l'intervention des Associations professionnelles pour l'assurance contre les accidents dans l'instruction des ordonnances de police de sûreté à édicter par l'administration des mines ; il est vrai que cette intervention n'est guère que consultative.

La nouvelle loi minière renferme enfin, sous son titre C, les dispositions pénales applicables aux infractions à ses prescriptions.

Le paragraphe 207 n'est que la reproduction légèrement modifiée de l'ancien paragraphe 207.

Les paragraphes 207 *a* jusqu'à 207 *e* énumèrent les peines applicables pour les diverses infractions aux prescriptions de la loi analogues à celles de la *Gewerbeordnung*.

Pour toutes les infractions on prévoit des amendes d'importance diverse et une peine proportionnelle d'emprisonnement en cas d'insolvabilité du coupable. La peine, de beaucoup la plus importante, une amende de 2.000 marcs au plus ou six mois de prison est applicable, d'après le paragraphe 207 *a*, à l'exploitant de mines qui aurait porté sur les certificats des ouvriers majeurs ou sur les livrets des ouvriers mineurs des signes spéciaux destinés à faire reconnaître l'ouvrier.

Le paragraphe 208 est la reproduction du même paragraphe de l'ancienne loi, sauf le montant de l'amende maxima qui a été doublé, et l'indication de la durée de l'emprisonnement éventuel.

Le paragraphe 209 est identique à l'ancien.

Le dispositif du paragraphe 209 *a* était nécessaire pour assimiler l'exploitation des mines aux autres industries en ce qui concerne la prescription de trois mois ; elle serait de trois ans d'après le Code pénal, paragraphe 67, alinéa 2.

Nous avons fait suivre la traduction de la loi (*) de celle des prescriptions de la *Gewerbeordnung* qui s'appliquent, explicitement ou implicitement, à l'exploitation des mines.

Dans les articles 105 *a* jusqu'à 105 *h* se trouvent une série de prescriptions sur le travail des dimanches et jours de fêtes. Il suffit de dire ici que le travail est interdit d'une manière générale ces jours-là, sauf les cas urgents; certaines dérogations sont autorisées dans des circonstances spéciales.

Les prescriptions des articles 115 à 119 ont pour but d'empêcher le Trucksystème. Comme on peut le voir par l'article 146, les contraventions peuvent être frappées de peines sévères, allant jusqu'à 2.500 marcs d'amende ou six mois de prison.

L'article 119 *a* est particulièrement intéressant par la disposition déjà indiquée, qui permet aux communes d'édicter certaines prescriptions sur le payement des salaires. Il indique, en outre, le maximum des retenues que les industriels peuvent opérer sur les salaires en cas de résiliation anticipée du contrat de travail.

Les articles 135 à 139 *a* renferment des prescriptions sur l'emploi des jeunes ouvriers et des ouvrières. Nous avons traduit, à la suite des prescriptions de la *Gewerbeordnung*, une instruction du Conseil fédéral, renfermant des prescriptions spéciales sur l'emploi des jeunes ouvriers dans les mines de houille. Au sujet de l'emploi des ouvrières, l'article 154 a interdit de les faire travailler souterrainement. En outre, il a paru une instruction du Conseil fédéral sur l'emploi des ouvrières dans les mines de houille, de zinc et de plomb et les fabriques de coke du gouvernement de Oppeln (Silésie). Les pres-

(*) Nous avons indiqué dans des notes se rapportant aux divers paragraphes de la loi minière, en quoi ses prescriptions sont analogues ou différentes de celles de la *Gewerbeordnung*.

criptions qu'elle renferme sur l'emploi des ouvrières sont analogues à celles données pour les jeunes ouvriers; on y indique nominativement les sortes de travaux auxquels les ouvrières peuvent être occupées de nuit dans certaines conditions.

Loi du 24 juin 1892

A. SITUATION DES OUVRIERS ET DES EMPLOYÉS DE L'EXPLOITATION.

Art. 1er. — La 3e section du troisième titre de la loi générale des mines du 24 juin 1865 aura la teneur suivante :

3e SECTION. — *Des ouvriers et des employés.*

§ 80. — Les contrats de travail entre les exploitants de mines et les ouvriers sont réglés par les dispositions de droit commun, en tant qu'elles ne sont pas modifiées par ce qui suit.

Il est interdit aux exploitants de stipuler, dans le cas de résiliation irrégulière du contrat de travail de la part de l'ouvrier, une retenue du salaire pour un montant supérieur au salaire hebdomadaire moyen (*).

§ 80 *a.* — Pour toute mine, y compris les établissements en dépendant qui sont soumis à la surveillance de l'Administration des mines, l'exploitant ou son représentant est tenu de publier, dans un délai de quatre semaines à dater de la mise en vigueur de la présente loi ou à dater du commencement de l'exploitation, un règlement de travail. Des règlements spéciaux peuvent être établis pour certaines divisions de l'exploitation ou pour divers groupes d'ouvriers. La publication a lieu par voie d'affiches.

(*) § 80 — Le premier alinéa de ce paragraphe est le même que celui du paragraphe 80 de la loi de 1865, et il correspond à l'article 105 de la *Gewerbeordnung.*

Les mines sont assimilées, quel que soit d'ailleurs le nombre des ouvriers qu'elles occupent, aux fabriques occupant plus de vingt ouvriers, pour lesquelles la *Gewerbeordnung* renferme des prescriptions spéciales. Ainsi l'alinéa 2 du paragraphe 80 correspond à l'alinéa 2 de l'article 134 de la *Gewerbeordnung.*

Le règlement de travail doit indiquer le nom de la mine ou la désignation de l'établissement spécial auquel il se rapporte, ainsi que la date de sa mise en vigueur; il doit être signé et daté par l'exploitant ou son représentant.

Il ne peut être apporté de modifications au règlement que par la publication d'additions ou d'un règlement nouveau remplaçant l'ancien.

Les règlements de travail et leurs additions n'entrent en vigueur que deux semaines au plus tôt après leur publication.

L'administration des mines peut dispenser l'exploitant, sur sa demande, de promulger un règlement de travail ou d'y insérer quelques-unes des dispositions indiquées au paragraphe 80 *b*, si l'exploitation est peu importante ou si elle ne doit durer que peu de temps, à raison de sa nature (*).

§ 80 *b*. Le règlement de travail doit renfermer des prescriptions sur les points suivants :

1° Commencement et fin de la journée de travail normale, nombre et durée des repos qui peuvent être prévus pour les ouvriers adultes; circonstances dans lesquelles, indépendamment des cas de dangers à conjurer ou de travaux urgents à exécuter, les ouvriers sont tenus, dans des limites prévues, de continuer le travail au delà de la journée normale ou de faire des heures supplémentaires ; police de la descente et de la remonte des ouvriers occupés aux travaux souterrains et surveillance de ces ouvriers dans la mine;

2° Personnes chargées de fixer les salaires à la journée et de conclure des accords pour le travail à la tâche, ainsi que de constater ce travail fait; délai dans lequel, après acceptation du travail à la tâche, l'accord doit être conclu; constatation de l'accord conclu et sur la notification aux intéressés; circonstances dans lesquelles l'exploitant ou l'ouvrier peut demander une modification ou l'annulation de l'accord conclu, ainsi que manière de calculer le salaire dans le cas où un accord ne serait pas intervenu pour le travail à la tâche;

(*) § 80 *a*. — Correspond à l'article 134 *a* de la *Gewerbeordnung;* toutefois le dernier alinéa donne à l'administration des mines la faculté de dispenser d'un règlement de travail les exploitations peu importantes ou de peu de durée, ce qui rapproche celles-ci des établissements industriels occupant moins de vingt ouvriers, pour lesquels le règlement de travail n'est point prescrit. Le règlement de travail est obligatoire pour tous les établissements dépendant des mines, tels que fours à coke, fabriques d'agglomérés, préparations mécaniques, laveries, etc.

3° Époque et manière d'établir le décompte des salaires et de faire la paye; cas dans lesquels il est permis d'opérer des retenues à raison d'un travail insuffisant ou contraire aux prescriptions; représentants de l'exploitant qui ont le droit d'ordonner des retenues pour travaux insuffisants ou contraires aux prescriptions, ainsi que recours à exercer au sujet de ces retenues;

4° Lorsque les prescriptions légales (§§ 81, 82, 83) ne seront pas appliquées, délai dans lequel il peut être donné congé, ainsi que motifs par lesquels le renvoi ou le départ du travail peut avoir lieu sans congé préalable;

5° Lorsqu'on prévoit des punitions, leur nature et leur quotité, la manière de les infliger, les représentants de l'exploitant autorisés à les infliger ainsi que le recours au sujet de ces punitions; enfin si les punitions consistent en amendes, manière de les percevoir et objet auquel elles doivent être appliquées;

6° Si une retenue de salaire est stipulée d'après la prescription de l'alinéa 2 du paragraphe 80, l'emploi des fonds ainsi retenus;

7° Délivrance éventuelle du matériel et des outils d'exploitation et manière de les porter en compte (*).

§ 80 *c*. — Dans le cas où, lors de la continuation du travail au même chantier, l'accord n'est pas conclu dans le délai à prescrire par le règlement de travail, d'après le n° 2, § 80 *b*, l'ouvrier a le droit d'exiger le décompte de son salaire sur les bases de l'accord intervenu pour le même chantier dans la période précédente.

Si, d'après les dispositions du règlement de travail, le contenu total ou partiel de certains vases d'extraction n'est pas porté en compte, par suite d'un chargement insuffisant ou impropre, il y a lieu de permettre aux ouvriers intéressés de s'en rendre compte à la fin de leur journée. L'exploitant est tenu de permettre aux ouvriers de faire surveiller par l'un d'entre eux ou par un membre de la délégation permanente des ouvriers, s'il en existe une, la procédure suivie pour ces déductions, sans qu'il

---

(*) § 80 *b*. — Correspond à l'article 134 *b*; cependant ce paragraphe renferme une série de prescriptions que ne contient pas l'article de la *Gewerbeordnung;* ce sont les prescriptions sur la continuation du travail au delà de la journée normale, sur les heures supplémentaires et celles relatives à la descente et à la remonte des ouvriers et à leur surveillance dans la mine; ce sont encore toutes les prescriptions du n° 2, celles du n° 3 sur les retenues, celles du n° 5 sur les représentants de l'exploitant et sur le recours en cas de punitions; enfin celle du n° 7 sur la délivrance du matériel et des outils d'exploitation.

puisse en résulter un dérangement dans l'extraction. Il n'est pas permis de déduire, à titre de punition, des vases d'extraction suffisamment et régulièrement chargés (*).

§ 80 *d*. — Le règlement de travail ne doit pas stipuler des punitions qui blessent le sentiment d'honneur ou les bonnes mœurs. Les amendes ne doivent pas dépasser, dans chaque cas isolé, la moitié du salaire journalier moyen de la classe à laquelle appartient l'ouvrier, tel que ce salaire a été calculé pour la période précédente ; toutefois les voies de fait contre d'autres ouvriers, les attentats aux bonnes mœurs, ainsi que les contraventions aux prescriptions édictées pour maintenir le bon ordre dans l'exploitation, pour assurer celle-ci contre les accidents et pour exécuter les dispositions de la présente loi et de la *Gewerbeordnung* de l'Empire, peuvent être punies d'amendes allant jusqu'au montant du salaire journalier moyen. Le droit de l'exploitant à une indemnité éventuelle n'est pas atteint par la prescription précédente.

Tout l'argent provenant d'amendes ou celui résultant de retenues opérées sur le salaire des ouvriers pour défectuosités dans le chargement des bennes, doit être versé à la Caisse de l'Association des mineurs (**) ou à une caisse de secours établie pour les ouvriers de la mine.

L'exploitant est libre de comprendre dans le règlement de travail des prescriptions relatives au bon ordre de l'exploitation et à la conduite des ouvriers dans les travaux, autres que celles prévues au paragraphe 80 *b*. En outre ce règlement peut contenir, avec l'assentiment d'une délégation permanente des ouvriers, des prescriptions sur les relations des ouvriers avec les institutions établies sur la mine en leur faveur, ainsi que sur la conduite en dehors de l'exploitation des ouvriers qui n'ont pas atteint leur majorité (***).

§ 80 *e*. — Le texte du règlement de travail a force de loi pour le patron et l'ouvrier, en tant qu'il n'est pas contraire aux lois.

Le contrat de travail ne peut prévoir d'autres motifs de renvoi ou d'abandon du travail que ceux indiqués dans le règlement de

---

(*) § 80 *c*. — Prescriptions qui n'ont point d'analogues dans le règlement des industries, ce qui s'explique.

(**) *Knappschaftscasse*.

(***) § 80 *d*. — Correspond à l'article 134 *b*, alinéas 2 et 3. Les amendes infligées dans l'exploitation des mines doivent être versées à une caisse de secours pour les ouvriers ; pour les autres industries, il est prescrit de les employer *en faveur des ouvriers*.

travail ou dans les paragraphes 82 et 83. On ne peut infliger aux ouvriers d'autres punitions que celles prévues dans le règlement de travail. Les punitions doivent être immédiatement fixées et notifiées à l'ouvrier.

Les amendes infligées doivent être inscrites dans un registre, qui doit indiquer le nom de l'ouvrier, la date de la punition, ainsi que le motif et le montant de l'amende ; ce registre doit être présenté à l'Ingénieur des mines du district, sur sa demande (*).

§ 80 *f*. — Avant la publication du règlement de travail ou d'une addition au dit règlement, les ouvriers majeurs occupés dans la mine, dans un établissement annexe ou dans les autres dépendances de l'exploitation, doivent être mis en mesure de donner leur avis sur la teneur du règlement de travail. Pour les mines où il existe une délégation permanente des ouvriers, il suffit, à cet effet, d'entendre l'avis de cette délégation.

Ne seront considérés comme délégations permanentes au sens de la prescription précédente, de l'alinéa 2 du paragraphe 80 *c*, et de l'alinéa 3 du paragraphe 80 *d*, que :

1° Les conseils d'administration des caisses de maladie ou autres caisses etablies pour les ouvriers d'une mine, en tant que la majorité des membres de ces conseils soit élue par les ouvriers et parmi eux, et dans le but de les représenter comme délégation permanente ;

2° Les anciens des « *Knappschaftsvereine* » (**) ne s'étendant qu'aux exploitations d'*un seul* exploitant, en tant qu'ils sont élus parmi les ouvriers et confirmés comme délégations permanentes ;

3° Les délégations permanentes établies avant le 1er janvier 1892, dont la majorité des membres est élue par les ouvriers et parmi eux ;

4° Les délégations des ouvriers dont les membres sont élus, en majorité par les ouvriers majeurs de la mine, de ses dépendances immédiates ou établissements indépendants, parmi eux à l'élection directe et secrète. Le choix des délégués peut avoir lieu par classe d'ouvriers ou par division d'exploitation (***).

§ 80 *g*. — Le règlement de travail, ainsi que toute addition à ce règlement doivent être présentés en deux expéditions, à l'Ad-

(*) § 80 *e*. — Conforme à l'article 134 *c* de la *Gewerbeordnung*.
(**) Union d'associations de mineurs.
(***) § 80 *f*. — Conforme à l'article 134 *e* de la *Gewerbeordnung*.

ministration des mines, dans un délai de trois jours après publication, avec les objections des ouvriers données par écrit ou consignées au procès-verbal ; on y devra joindre une déclaration constatant qu'il a été satisfait à la prescription de l'alinéa 1 du paragraphe 80 *f*, et de quelle manière on y a satisfait.

Le règlement de travail doit être affiché à un endroit approprié accessible à tous les ouvriers. L'affiche devra toujours être lisible. Le règlement de travail devra être remis à chaque ouvrier lors de son engagement au travail (*).

§ 80 *h*. — Les règlements de travail ou les additions à ces règlements, qui n'auraient pas été publiés d'une manière régulière, ou dont la teneur serait contraire aux prescriptions légales, devront être remplacés, sur décision de l'Administration des mines, par des règlements réguliers, ou modifiés conformément aux prescriptions légales.

Le recours est admis contre ces ordonnances conformément aux prescriptions des paragraphes 192 et 193 (**).

§ 80 *i*. — Les règlements de travail publiés avant la mise en vigueur de la présente loi tombent sous l'application des dispositifs des paragraphes 80 numéros *a* et *e*, 80 *g* alinéa 2, 80 *h* et doivent être remis en double expédition à l'Administration des mines dans un délai de quatre semaines. Les modifications ultérieures de ces règlements et les règlements publiés depuis le 1er avril 1892 sont soumis aux prescriptions des paragraphes 80 *f* et 80 *g*, alinéa 1er (***).

§ 80 *k*. — Lorsque le salaire est calculé à la tâche sur une base établie par accord, l'exploitant de mines devra observer les prescriptions suivantes :

1° Si la tâche est comptée d'après le nombre et la contenance des vases d'extraction, cette dernière devra être indiquée d'une manière apparente et durable sur les vases d'extraction, en tant que ceux-ci ne seraient pas d'une contenance uniforme publiée avant leur mise en usage;

2° Si la tâche est comptée d'après le poids contenu dans les

(*) §, 80 *g*. — Conforme à l'article 134 *e* de la *Gewerbeordnung*. Nous avons déjà insisté dans l'Introduction sur ce que le règlement de travail n'avait besoin d'aucune approbation administrative pour acquérir force de loi. Comme le font remarquer les motifs, si une pareille approbation, que ne prévoyait pas la loi de 1865, était imposée, elle engagerait l'administration et lui enlèverait une portion de son indépendance vis-à-vis des parties.

(**) § 80 *h*. — Conforme à l'article 134 *f* de la *Gewerbeordnung*.

(***) § 80 *i*. — Conforme à l'article 134 *g* de la *Gewerbeordnung*.

vases d'extraction, la tare de chacun d'eux devra être établie avant leur mise en usage et revisée au moins une fois dans chaque année d'exploitation ; elle sera indiquée d'une manière apparente et durable sur le vase d'extraction.

L'exploitant de mines est tenu de prendre les dispositions et de fournir la main-d'œuvre que l'Administration des mines juge nécessaires pour la surveillance de l'exécution des prescriptions précédentes.

Il n'est pas permis de faire aux ouvriers des retenues pour des déchets de lavage, de haldes ou autres qui peuvent survenir lors de la vente des produits. L'approbation de l'Administration des mines est nécessaire pour faire des exceptions à cette règle (*).

§ 81. — Le contrat de travail peut, sauf conventions contraires, être résolu par la dénonciation que chacune des parties peut en faire quinze jours à l'avance.

Lorsqu'on convient d'autres délais de dénonciation, ces délais doivent être les mêmes pour les deux parties. Les conventions contraires à cette prescription sont nulles de plein droit (**).

§ 82. — Les ouvriers peuvent être renvoyés avant le délai réglementaire et sans congé préalable :

1° Si, lors de la conclusion du contrat de travail, ils ont trompé le patron par la présentation de certificats de congé, de certificats de conduite ou de livrets de travail faux ou altérés, ou s'ils l'ont induit en erreur sur l'existence d'un autre contrat de travail les liant encore ;

2° Si les ouvriers se rendent coupables d'un vol, d'un détournement, d'une soustraction, d'une fraude ou d'une conduite débauchée ;

3° S'ils ont quitté le travail d'une manière irrégulière ou s'ils refusent avec persistance de remplir les obligations résultant pour eux du contrat de travail ;

4° S'ils contreviennent, dans le travail de la mine, à une stipulation relative à la police de sûreté ou s'ils enfreignent d'une façon lourde les instructions concernant l'exploitation qu'auraient données l'exploitant, son représentant ou leurs préposés ;

5° S'ils se rendent coupables de voies de fait ou d'insultes grossières contre l'exploitant, son représentant, leurs préposés ou les membres de leurs familles ;

(*) § 80 *k*. — Les prescriptions de ce paragraphe n'ont rien d'analogue dans la *Gewerbeordnung*, comme cela se comprend.

(**) Conforme à l'article 122 de la *Gewerbeordnung*.

6° S'ils occasionnent volontairement un dommage illicite à l'exploitant, à son représentant, à leurs préposés ou à un autre ouvrier;

7° S'ils cherchent à induire l'exploitant, leurs préposés, d'autres ouvriers, ou les membres des familles de ces personnes à commettre des actions contraires aux lois ou aux bonnes mœurs;

8° S'ils sont incapables de continuer le travail ou s'ils sont affligés d'une maladie repoussante.

Dans les cas énumérés sous les paragraphes 1 à 7, le renvoi ne peut plus avoir lieu si les faits sont connus de l'exploitant ou de son représentant depuis plus d'une semaine.

On jugera, d'après la teneur du contrat de travail et les prescriptions du droit commun, si une indemnité est due à l'ouvrier renvoyé pour un des motifs indiqués au 8° (*).

§ 83. — Les ouvriers peuvent quitter le travail avant le délai réglementaire et sans congé préalable :

1° S'ils deviennent incapables de travailler;

2° Si l'exploitant, son représentant ou leurs préposés se rendent coupables de voies de fait envers eux ou les membres de leurs familles;

3° Si l'exploitant, son représentant, des employés, ou les membres de leurs familles cherchent à induire les ouvriers ou des membres de leurs familles à commettre des actions, ou commettent avec eux des actions contraires aux lois ou aux bonnes mœurs;

4° Si l'exploitant ne paie pas aux ouvriers leur salaire, dans les conditions stipulées, s'il ne les occupe pas d'une manière suffisante, en cas de travail à la tâche, ou s'il se rend coupable de profits illicites à leurs dépens.

Dans les cas énumérés au n° 2, le départ du travail n'est plus admis, si les faits sont connus de l'ouvrier depuis plus d'une semaine (**).

(*) § 82. — Conforme à l'article 123 de la *Gewerbeordnung*, sauf pour le n° 4 qui prévoit, pour les ouvriers mineurs, le renvoi en cas d'infraction à une mesure de police de sûreté ou de désobéissance grossière, tandis que, dans la *Gewerbeordnung*, le renvoi est prévu seulement pour le cas où les ouvriers, malgré les avertissements, manient imprudemment le feu ou la lumière.

(**) § 83. — Conforme à l'article 124 de la *Gewerbeordnung*, sauf que celui-ci prévoit au 5° le départ de l'ouvrier sans congé préalable, au cas où sa vie ou sa santé seraient exposés à un danger apparent, non reconnaissable au moment de l'entrée au travail; pour les mines, il n'a pas paru possible de

§ 83 *a*. — En dehors des cas spécifiés aux paragraphes 82 et 83, chacune des parties peut demander, pour des motifs graves, la résiliation du contrat de travail avant le délai réglementaire et sans congé préalable, si le contrat est fait au moins pour quatre semaines ou si le délai stipulé pour le congé dépasse quatorze jours (*).

§ 84. — L'exploitant ou son représentant est tenu de donner à l'ouvrier qui a atteint sa majorité, au moment de son départ, un certificat sur la nature et la durée de son travail, et, si l'ouvrier le requiert, un certificat sur sa conduite et son travail. L'autorité de police locale certifiera la signature de ces pièces sans frais ni timbre.

Si l'exploitant refuse la délivrance du certificat, l'autorité de police locale l'établit aux frais de l'exploitant.

Lorsque le certificat délivré à l'ouvrier contient à sa charge des imputations qui pourraient empêcher son occupation ultérieure, l'ouvrier peut demander une enquête de l'autorité de police locale; celle-ci, si elle reconnaît que les imputations ne sont pas fondées, constate le résultat de son enquête au-dessous du certificat.

Il est interdit aux patrons de mettre sur les certificats des signes destinés à faire reconnaître l'ouvrier autrement que par la teneur même du certificat (**).

§ 85. — Les exploitants ou leurs représentants ne doivent pas accepter au travail de la mine des ouvriers majeurs qui, à leur connaissance, ont déjà été occupés antérieurement dans l'exploitation des mines, tant que ceux-ci ne leur ont pas présenté le certificat de l'exploitant chez lequel ils ont été occupés en dernier lieu ou de son représentant, ou, éventuellement, de l'autorité de police locale (§ 84) (***).

§ 85 *a*. — Les ouvriers non majeurs peuvent exiger, lors de

---

concéder cette faculté à l'ouvrier, dont le devoir doit être fréquemment de rester à son poste au moment de dangers imprévus.

(*) § 83 *a*. — Conforme à l'article 124 *a* de la *Gewerbeordnung*.

(**) § 84. — La teneur de ce paragraphe se rapproche de celle de l'article 113 de la *Gewerbeordnung;* toutefois cette dernière rend facultative la délivrance du certificat, qui n'est remis que sur demande; dans la loi sur les mines, la délivrance du certificat est obligatoire pour l'exploitant; si celui-ci s'y refuse, l'autorité de police locale établit le certificat à ses frais; celle-ci peut intervenir également si le certificat renferme des imputations qui pourraient empêcher l'ouvrier de se placer ailleurs; ces dispositions sont celles de l'ancienne loi sur les mines.

(***) § 85. — N'a pas d'analogue dans la *Gewerbeordnung*.

leur départ, un certificat sur la nature et la durée de leur occupation, certificat dont la signature doit être certifiée sans frais ni timbre par l'autorité de police locale.

Ce certificat doit, à la requête de l'ouvrier, s'étendre également à sa conduite et à son travail.

Les prescriptions des alinéas 2, 3 et 4 du paragraphe 84 s'appliquent à ce certificat.

Le père ou le tuteur de l'ouvrier non majeur peut demander la délivrance du certificat et exiger qu'il soit remis à lui-même et non au mineur. Avec l'assentiment de l'autorité communale du lieu de travail, le certificat peut être remis au mineur lui-même, contrairement à la volonté du père ou du tuteur (*).

§ 85 *b*. — Les personnes non majeures ne peuvent être occupées dans les établissements soumis aux prescriptions de la présente loi que si elles sont munies d'un livret de travail. Lors de l'embauchage de pareilles personnes, l'exploitant doit exiger le livret de travail. Il est tenu de le garder, de le présenter à la demande des autorités et de le restituer après la cessation régulière du contrat de travail. La remise a lieu au père ou au tuteur lorsque ceux-ci le demandent ou lorsque l'ouvrier n'a pas atteint sa seizième année; au cas contraire, à l'ouvrier lui-même. Avec l'assentiment de l'autorité communale du lieu de travail, la remise du livret peut être faite aussi à la mère ou à un autre parent de l'ouvrier, ou à ce dernier lui-même (**).

§ 85 *c*. — Le livret de travail est délivré à l'ouvrier sans frais ni timbre, par l'autorité de police de la localité où il a séjourné d'une manière durable en dernier lieu, ou si cette localité est en dehors des frontières du pays, par l'autorité de police du lieu de travail choisi tout d'abord par l'ouvrier. La remise du livret a lieu sur la proposition ou avec le consentement du père ou du tuteur; s'il n'est pas possible de se procurer la déclaration du père ou si celui-ci refuse son consentement sans motif suffisant et au préjudice de l'ouvrier, le consentement de l'autorité communale suffit. Avant la délivrance du livret, il faut établir que l'ouvrier n'est plus tenu de fréquenter l'école élémentaire et qu'il n'a pas encore été délivré d'autre livret pour lui.

§ 85 *d*. — Lorsqu'un livret de travail est complètement rempli ou hors d'usage, ou s'il a été perdu ou détruit, un nouveau

(*) § 85 *a*. — Analogue à l'article 113 de la *Gewerbeordnung*.

(**) §§ 85 *b* à 85 *h*. — Les prescriptions de ces paragraphes, nouvelles pour les mines, correspondent presque textuellement à celles des articles 107 à 112 et 114 de la *Gewerbeordnung*.

livret sera établi aux lieu et place du premier par l'autorité de police de l'endroit où le détenteur du livret a séjourné d'une manière durable en dernier lieu. Le livret rempli ou hors d'usage doit être clos par une inscription officielle.

Lorsqu'un nouveau livret est établi à la place d'un livret hors d'usage, perdu ou détruit, il y a lieu d'en faire mention. En ce cas, il peut être prélevé une rétribution de 50 pfennig (0f,625) au plus.

§ 85 *e*. — Le livret de travail (§ 85 *b*) doit mentionner le nom de l'ouvrier, le lieu, l'année et le jour de sa naissance, le nom et le dernier domicile de son père ou de son tuteur, et être signé par l'ouvrier. Il sera pourvu du seing et du cachet de l'autorité. Celle-ci tiendra un registre des livrets émis par elle.

Le modèle des livrets de travail est fixé par le Ministre du commerce et de l'industrie.

§ 85 *f*. — Lors du début du travail de l'ouvrier chez un exploitant, celui-ci doit inscrire dans le livret, à l'endroit à ce destiné, la date de l'entrée et la nature du travail; lors du départ de l'ouvrier, la date du départ, et, si la nature du travail a été changée, celle du dernier travail de l'ouvrier.

Les inscriptions sur le livret doivent être faites à l'encre et signées par l'exploitant ou le directeur à ce autorisé.

Les inscriptions ne doivent être accompagnées d'aucun signe destiné à signaler l'ouvrier d'une manière favorable ou défavorable.

L'inscription au livret d'une appréciation sur la conduite ou le travail de l'ouvrier ou d'autres observations non prévues par la présente loi est interdite.

§ 85 *g*. — Lorsque le livret a été perdu chez l'exploitant ou mis hors d'usage chez lui, ou lorsque l'exploitant y a porté des signes, inscriptions ou observations non permises, ou lorsqu'il refuse sans motif valable la remise du livret, l'établissement d'un nouveau livret peut être demandé aux frais de l'exploitant. Un exploitant qui, contrairement à la loi, n'a pas remis le livret en temps voulu, ou qui a négligé d'y faire les inscriptions prescrites, ou qui y a mis des signes, inscriptions ou observations non permis, est passible d'une indemnité envers l'ouvrier. Le droit à indemnité s'éteint si on ne le fait pas valoir par demande principale ou incidente dans un délai de quatre semaines.

§ 85 *h*. — A la requête d'un ouvrier non majeur, de son père ou de son tuteur, l'autorité de police locale doit certifier sans frais ni timbre les inscriptions faites sur le livret.

§ 86. — Les exploitants qui contraignent un ouvrier à quitter son travail avant l'expiration de son contrat sont personnellement responsables vis-à-vis de l'ancien patron du dommage à lui causé. Il en est de même pour les exploitants qui engagent un ouvrier sachant qu'il doit encore du travail à un autre patron.

Dans les mêmes limites, la responsabilité atteint l'exploitant qui continue à occuper un ouvrier pendant le délai où, à sa connaissance, cet ouvrier doit encore du travail à un autre patron, à moins qu'il y ait plus de quinze jours écoulés depuis la rupture illicite du contrat de travail (*).

§ 87. — Les exploitants de mines sont tenus de laisser à leurs ouvriers âgés de moins de dix-huit ans qui fréquentent un établissement d'instruction reconnu par l'autorité communale ou par l'État comme école d'enseignement progressif (**) le temps nécessaire à cet effet, lequel sera, au besoin, fixé par l'administration des mines. L'instruction ne peut avoir lieu le dimanche qu'à des heures telles que les élèves ne soient pas empêchés d'assister au service religieux principal ou à un service spécial fait pour eux avec l'assentiment de l'autorité ecclésiastique. Le ministre du commerce et de l'industrie peut accorder des exceptions à cette prescription jusqu'au 1er octobre 1894 pour les écoles d'enseignement progressif existantes dont la fréquentation n'est pas obligatoire.

Par écoles d'enseignement progressif, au sens de ces prescriptions, il faut entendre aussi les établissements dans lesquels on instruit les jeunes filles dans les travaux manuels et le ménage.

L'obligation de la fréquentation d'une école d'instruction progressive par les ouvriers âgés de moins de dix-huit ans, peut, avec l'assentiment de l'Administration supérieure des mines, être

---

(*) § 86. — Comme la *Gewerbeordnung*, dans son article 125, la loi sur les mines stipule, dans le paragraphe 86, que les exploitants qui embaucheraient ou occuperaient un ouvrier qu'ils savent devoir encore du travail à un autre exploitant, sont responsables vis-à-vis de ce dernier, solidairement avec l'ouvrier. Mais la loi minière diffère du droit commun en ce que ce dernier fixe, dans l'article 124 *b* de l'ordonnance, le montant de l'indemnité à laquelle l'ancien patron a droit, en tout état de cause, sans avoir à faire la preuve d'un dommage subi; ce montant est égal au salaire journalier moyen pour le nombre de jours dus, avec maximum du salaire d'une semaine. L'ouvrier ordinaire a droit à la même indemnité du patron qui le renvoie avant le terme du contrat.

(**) *Fortbildungsschule.* Le mot signifie littéralement : École où l'on continue à s'instruire.

imposée par une prescription statutaire d'une commune ou d'un ensemble de communes, édictée en vertu de l'article 142 du Règlement général de l'industrie. (*Gewerbordnung.*)

Les prescriptions nécessaires pour l'application de cette obligation peuvent être édictées de la même manière ; il en est ainsi en particulier, pour les prescriptions relatives aux obligations des élèves, des parents, tuteurs et patrons pour une fréquentation régulière de l'école, au bon ordre dans l'école et à une tenue convenable des élèves. L'obligation de la fréquentation d'une école d'instruction progressive, établie par statuts, n'incombe pas à ceux qui fréquentent une autre école de même genre ou une école spéciale (École de maîtres mineurs, École préparatoire des mines, École des mines), si l'Administration supérieure des mines reconnaît que l'instruction de cette école remplace suffisamment celle réglée par les statuts pour l'école d'instruction progressive (*).

§ 88. — Le contrat de service des personnes engagées, contre une rémunération fixe, par les exploitants, pour la conduite et la surveillance de l'exploitation, d'après les paragraphes 73 et 74, ou de celles chargées d'une manière durable d'un service technique supérieur (ingénieurs-mécaniciens, architectes, chimistes, dessinateurs, etc.), peut être résilié par chacune des parties à la fin de chaque trimestre, après avoir été dénoncé six semaines auparavant, sauf conventions contraires.

Chacune des deux parties peut demander la résiliation du contrat de service avant le temps stipulé et sans délai de dénonciation préalable, lorsqu'il y a un motif sérieux, justifiant la résiliation par les circonstances spéciales (**).

(*) § 87. — Conforme à l'article 120 de la *Gewerbeordnung.*

(**) §§ 88 à 91. — Les prescriptions de ces paragraphes sont à peu près conformes à celles des articles 133 *a* jusqu'à 133 *e* de la *Gewerbeordnung;* seulement il y a en plus dans la loi le n° 4 du paragraphe 89 prévoyant le renvoi en cas de contravention à une mesure de police de sécurité ou dans le cas où l'administration des mines jugerait l'employé incapable d'exercer la surveillance. Le n° 3 du paragraphe 90 de la loi, d'après lequel un employé peut demander la résiliation du contrat de service si l'exploitant donne des ordres contraires au plan d'exploitation ou aux prescriptions de sécurité, ou s'il refuse les moyens nécessaires à l'exécution des prescriptions de l'administration des mines, diffère complètement de l'alinéa 3 de l'article 133 *d* de la *Gewerbeordnung;* dans ce dernier, la résiliation est prévue pour le cas où la vie ou la santé des employés seraient exposés à des dangers qui n'avaient pu être prévus lors de leur entrée au service. De même que pour les ouvriers mineurs, cette clause de résiliation ne paraît pas admissible pour les employés des exploitations minières.

§ 89. — On peut, en particulier, demander la résiliation des contrats de service existant avec les personnes désignées au paragraphe 88 :

1° Si, lors de la conclusion du contrat, elles ont trompé l'exploitant de mines par la production de certificats faux ou altérés, ou si elles lui ont caché l'existence d'un autre contrat de service les liant encore ;

2° Si elles sont infidèles dans le service ou si elles abusent de sa confiance ;

3° Si elles quittent leur service sans permission ou si elles refusent avec persistance de remplir leurs obligations ;

4° Si elles enfreignent une prescription de police de sûreté dans la conduite ou la surveillance de l'exploitation ou si l'Administration des mines ne leur reconnaît plus les capacités voulués pour la surveillance ;

5° Si une maladie persistante, un emprisonnement prolongé ou une longue absence les empêchent de remplir leurs fonctions;

6° Si elles se rendent coupables contre l'exploitant ou ses représentants de voies de fait ou d'injures contre l'honneur ;

7° Si elles ont une conduite immorale.

Dans le cas mentionné au 5° la rémunération prévue par le contrat, de la part de l'exploitant, reste due pendant six semaines, si un malheur immérité a empêché la personne de remplir ses fonctions. Toutefois, dans ce cas, il y a lieu de diminuer la rémunération du montant que peut recevoir la personne intéressée, d'une assurance légale contre la maladie ou contre les accidents, ou d'une caisse d'association de mineurs.

§ 90. — Les personnes désignées au paragraphe 88 peuvent spécialement exiger la résiliation du contrat de service :

1° Si l'exploitant ou ses représentants se rendent coupables envers elles de voies de fait ou d'injures contre l'honneur;

2° Si l'exploitant ne donne pas les rémunérations prévues;

3° Si l'exploitant ou son représentant prescrit des mesures contraires au plan d'exploitation ou à des prescriptions de police de sûreté, ou s'ils refusent les moyens nécessaires pour l'exécution des mesures de police ordonnées par l'Administration des mines.

§ 91. — Pour les cas prévus au paragraphe 86 la responsabilité de l'exploitant est également engagée si les personnes désignées au paragraphe 88 sont invitées à résilier un autre contrat de service, étant engagées ou placées en service.

§ 92. — Les amendes infligées pour infractions aux para-

graphes 84, alinéas 4, 85 et 85 *f*, alinéa 3 sont versées à la Caisse d'association de mineurs, dont fait partie l'exploitation.

§ 93. — Sur chaque mine doit se trouver un registre des ouvriers occupés, mentionnant leurs noms et prénoms, l'année de leur naissance, le jour de l'entrée au service et du départ et la date du dernier certificat de service.

Ce registre doit être présenté, sur sa requête, à l'Administration des mines (*).

B. DES DROITS DE L'ADMINISTRATION DES MINES.

Art. 2. — Le § 77 de la loi générale sur les mines est remplacé par la prescription suivante :

« Ils (les exploitants) sont tenus d'accompagner les fonctionnaires du service des mines qui visitent la mine en service, et de leur donner, à leur requête, des informations sur l'exploitation, sur l'exécution du règlement de travail et sur tous les autres points soumis à la surveillance de l'Administration des mines (**) ».

Art. 3. — Le deuxième alinéa du paragraphe 189 est ainsi modifié :

« Ils (les fonctionnaires du service des mines) sont chargés spécialement de la police des mines, conformément aux prescriptions de la loi. Dans les établissements et exploitations soumis à leur inspection ils ont, spécialement pour la surveillance de l'exécution de la présente loi, les droits et les devoirs des inspecteurs désignés au paragraphe 139 *b* du Règlement des Industries. » (*Gewerbeordnung.*)

Art. 4. — Au paragraphe 196 il est ajouté après les mots : « la sécurité de la vie et de la santé des ouvriers » l'alinéa suivant :

« Le maintien des bonnes mœurs et des convenances par l'organisation de l'exploitation (***) ».

Art. 5. — L'alinéa premier du paragraphe 197 sera suivi des mots :

« Pour les exploitations, dans lesquelles la santé des ouvriers

(*) §§ 92, 93. — Rien d'analogue n'existe pour les industries autres que l'exploitation des mines.

(**) Articles II, III. — N'ont pas d'analogue dans la *Gewerbordnung.*

(***) Les articles IV à VI modifient certains paragraphes de la loi des mines, de manière à y insérer les prescriptions du règlement général des industries qui doivent s'appliquer aux mines.

est compromise par une durée excessive du travail journalier, l'Administration supérieure des mines peut prescrire la durée du travail journalier, son commencement et sa fin et les repos intermédiaires, et prendre les mesures nécessaires pour l'application de ces prescriptions.

Art. 6. — 1° Le paragraphe 192 aura l'alinéa 2 suivant :

« Si des ordres ou des dispositions du fonctionnaire du district ou de l'Administration supérieure des Mines sont en contradiction avec les prescriptions préventives d'accidents données par l'association professionnelle du ressort, un recours, pendant le délai sus-indiqué, peut être également formé par le Comité de l'association ou par le Comité de section. »

2° Le paragraphe 197 aura l'alinéa 3 suivant :

« Avant la mise en vigueur d'ordonnances de police relatives à la sécurité ou à la santé des ouvriers et au maintien des bonnes mœurs et des convenances dans l'exploitation, le Comité de l'association professionnelle intéressée ou de la section de l'association doit être entendu. A son avis s'applique le paragraphe 79, alinéa 1, de la loi sur l'assurance contre les accidents, du 6 juillet 1884.

C. DISPOSITIONS PÉNALES ET FINALES.

La troisième section du neuvième titre de la loi générale sur les mines, du 24 juin 1865, sera rédigée comme suit :

TROISIÈME SECTION. — *Dispositions pénales.*

§ 207. — Les contraventions aux prescriptions des paragraphes 4, 10, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 77, 93, 163, 200, 201, 203, 204, 205 seront punies d'amendes jusqu'à cent cinquante marcs, et, en cas d'insolvabilité, de prison.

Dans les cas des paragraphes 67 et 69, 73 et 74, cette punition s'applique également lorsque l'exploitation est arrêtée par l'Administration des mines, en vertu des paragraphes 70 et 75 (*).

§ 207 *a*. — Les exploitants de mines qui contreviennent aux paragraphes 84, alinéa 4, et 85 *f*, alinéa 3, seront punis d'amendes jusqu'à deux mille marcs, et, en cas d'insolvabilité, de prison jusqu'à six mois (*).

(*) § 207. — Est spécialement applicable aux mines et n'a pas d'analogue dans la *Gewerbeordnung*.

(*) Les paragraphes 207 *a* jusqu'à 207 *e* renferment pour l'exploitation des

§ 207 *b*. — Seront punis d'amendes jusqu'à trois cents marcs et de prison, en cas d'insolvabilité, ceux qui exploitent une mine pour laquelle il n'existe pas de règlement de travail (paragraphe 80 *a*) ou qui ne se conforment pas aux ordres définitifs de l'autorité en ce qui concerne le remplacement ou la modification du règlement de travail (paragraphe 80 *h*).

§ 207 *c*. — Sera puni d'une amende jusqu'à cent cinquante marcs ou de prison, jusqu'à quatre semaines, en cas d'insolvabilité :

1° Celui qui, contrairement à la prescription de l'alinéa 2 du paragraphe 80 *e* inflige aux ouvriers des punitions non prévues dans le règlement de travail, ou qui dépassent la quotité prévue par la loi, ainsi que celui qui emploie d'une manière contraire aux prescriptions de la loi ou du règlement de travail le produit des amendes et des retenues sur le salaire ou les montants désignés au numéro 6 du paragraphe 80 *b* ;

2° Celui qui omet de remplir les obligations résultant pour lui des paragraphes 80, alinéa 2, 80 *g*, alinéa 1, 80 *i* et 80 *k*.

§ 207 *d*. — Sera puni d'amende jusqu'à trente marcs, ou de prison jusqu'à huit jours, en cas d'insolvabilité, celui qui omet de remplir l'obligation résultant pour lui de l'alinéa 2 du paragraphe 80 *g*.

§ 207 *e*. — Sera puni d'amende jusqu'à vingt marcs, ou de prison jusqu'à trois jours, en cas d'insolvabilité, pour toute contravention à la loi :

1° Celui qui, contrairement aux prescriptions des paragraphes 85 et 85 *b* jusqu'à 85 *g* engage un ouvrier ou le conserve chez lui ;

2° Celui qui contrevient aux prescriptions de la loi relatives aux livrets de travail, en dehors du cas prévu au paragraphe 207 *a*;

3° Celui qui volontairement met hors d'usage ou détruit un livret de travail portant son nom ;

4° Celui qui contrevient aux prescriptions du paragraphe 87, alinéa 1 ou à une prescription statutaire édictée en vertu de l'alinéa 3 du paragraphe 87;

5° Celui qui omet de remplir les obligations résultant pour lui de l'alinéa 3 du paragraphe 80 *e*.

---

mines des dispositions pénales absolument analogues à celles des articles 146 à 150 du règlement pour les autres industries en cas d'infractions pareilles; toutefois le règlement ne fixe pas la durée de l'emprisonnement.

§ 208. — Les contraventions aux ordonnances de police des mines édictées déjà par les autorités minières ou de celles à édicter par l'administration supérieure des mines en vertu du paragraphe 197, seront punies d'amendes jusqu'à 300 marks et, en cas d'insolvabilité, de prison.

La même peine s'applique aux contraventions à des prescriptions de police édictées en vertu des paragraphes 198 et 199 (*).

§ 209. — Les fonctionnaires de district dresseront procès-verbal des contraventions aux prescriptions précédentes (§ 207, § 207 *a* à 277 *e*, § 208).

Les procès-verbaux sont transmis au parquet pour les poursuites à exercer.

La décision appartient aux tribunaux ordinaires. Ceux-ci n'ont pas à examiner la nécessité ou l'utilité des prescriptions de police édictées par les autorités des mines (**).

§ 209 *a*. — La poursuite des actions tombant sous l'application des peines prévues aux paragraphes 207 *b* et 208 est prescrite dans un délai de trois mois à dater du jour de la contravention (***).

La présente loi entrera en vigueur le 1er janvier 1893. Le ministre du commerce et de l'industrie est chargé de son exécution.

Les administrations supérieures des mines sont autorisées à accorder aux exploitants de mines, sur leur demande, des délais convenables, jusqu'au 1er juillet 1893 au plus, pour l'exécution des mesures nécessaires à l'application de l'alinéa 1er du paragraphe 80 *k*.

(*) § 208. — Analogue à l'article 147 n° 4 de la *Gewerbeordnung*.

(**) § 209. — N'a pas d'analogue pour les autres industries. Les agents de la surveillance des industries doivent, d'après l'instruction du 23 mars 1892, s'adresser, en cas d'infractions, aux autorités ordinaires de police pour les poursuites à intenter.

(***) Le paragraphe 209 *a* sur la prescription assimile, sous ce rapport, l'exploitation des mines aux autres industries. (Règlement général, article 145, alinéa 2.)

Loi du 1er juin 1891 portant modification de l'ordonnance de l'Industrie (*Gewerbeordnung*).

Dispositions applicables à l'exploitation des mines.

Art. 6. — . . . . . La présente loi ne s'applique à l'exploitation des mines qu'autant qu'elle le mentionne expressément

Art. 105 *a*. — Les prescriptions des articles 115 à 119 *a*, 135 à 139 *b*, 152 et 153 s'appliquent aux propriétaires et aux ouvriers de mines, salines, ateliers de préparation mécanique et de carrières souterraines.

Les femmes ne peuvent pas être occupées souterrainement dans les exploitations de cette nature. Les contraventions tombent sous les dispositions de l'article 146.

Art. 154 *a*. — Les industriels ne peuvent pas obliger les ouvriers à travailler les dimanches et jours de fêtes. Les travaux qui, d'après les prescriptions de cette loi, peuvent être exécutés les dimanches et jours de fêtes, ne sont pas soumis à cette disposition.

Les jours de fête sont fixés, eu égard aux circonstances locales et confessionnelles par le gouvernement de chaque pays.

Art. 105 *b*. — Dans l'exploitation de mines, de salines, d'ateliers de préparation mécanique, de carrières, d'usines métallurgiques, de fabriques et d'ateliers, de chantiers de charpentage et de construction, de chantiers de construction de navires et de briqueteries (tuileries), ainsi que dans les constructions de toute nature, les ouvriers ne doivent pas être occupés les dimanches et jours de fêtes. Le repos à accorder aux ouvriers sera d'au moins vingt-quatre heures pour chaque dimanche ou jour de fête, de trente-six heures pour deux jours de dimanche et fête se suivant, de quarante-huit heures pour les fêtes de Noël, de Pâques et de la Pentecôte. Le repos se compte à partir de minuit et doit durer, pour deux jours de dimanche et de fête se suivant, jusqu'à six heures du soir le deuxième jour. Dans les exploitations avec travail régulier et de nuit le repos doit commencer au plus tôt à six heures du soir la veille du premier jour de dimanche ou de fête, au plus tard à six heures du matin le jour de dimanche ou de fête, si l'exploitation est arrêtée pendant les vingt-quatre heures qui suivent le début de la période de repos.

Art. 105 *c.* — Les prescriptions de l'article 105 *b* ne s'appliquent pas:

Premièrement : A des travaux qui, en cas d'urgence ou en vue d'intérêt public doivent être exécutés immédiatement.

Deuxièmement : Pour *un* dimanche à des travaux nécessaires à l'établissement d'un inventaire légalement prescrit.

Troisièmement : A la surveillance des travaux de nettoyage et d'entretien que nécessite la marche régulière de l'exploitation elle-même ou d'une autre exploitation, ainsi qu'à des travaux dont dépend la reprise de l'exploitation habituelle complète, en tant que ces travaux ne peuvent pas être exécutés les jours de travail.

Quatrièmement : A des travaux nécessaires pour empêcher l'altération de matières premières ou la perte de produits, en tant que ces travaux ne peuvent pas être exécutés les jours de travail.

Cinquièmement : A la surveillance de l'exploitation, en tant qu'elle est en activité les dimanches et jours fériés d'après ce qui précède aux n°s 1 à 4.

Les industriels qui occupent des ouvriers les dimanches et jours fériés à des travaux de la nature de ceux indiqués ci-dessus sont tenus d'avoir un registre, dans lequel seront inscrits chaque dimanche ou jour de fête le nombre des ouvriers occupés, la durée de leur occupation et la nature des travaux exécutés. Ce registre doit être présenté, sur leur demande, à l'autorité de police locale et aux fonctionnaires désignés à l'article 139 *b*.

Pour les travaux indiqués aux n°s 3 et 4, en tant qu'ils durent plus de trois heures, ou qu'ils empêchent les ouvriers d'assister au service divin, les industriels sont tenus de libérer chaque ouvrier, soit pendant trente-six heures chaque troisième dimanche, soit de six heures du matin à six heures du soir chaque second dimanche.

L'autorité administrative inférieure peut accorder des dérogations aux prescriptions de l'alinéa précédent si les ouvriers ne sont pas gênés pour assister au service divin du dimanche et s'il leur est accordé, à la place du dimanche, un repos de vingt-quatre heures un jour de semaine.

Art. 105 *d.* — Pour certaines industries, en particulier pour les exploitations dans lesquelles il se produit des travaux qui, d'après leur nature, n'admettent ni délai ni interruption, ainsi que pour des exploitations qui, par leur nature, sont limitées à certaines saisons, ou qui obligent à une activite extraordinaire

et renforcée dans certaines saisons, le Conseil fédéral peut autoriser des dérogations à la prescription de l'article 105 *b*, alinéa 1er.

La fixation des travaux autorisés dans ces exploitations les dimanches et jours de fête et des conditions dans lesquelles ils sont autorisés a lieu d'une manière uniforme pour toutes les exploitations de même nature, en tenant compte de la prescription de l'alinéa 3 de l'article 105 *c*.

Les décisions du Conseil fédéral seront publiées dans le *Bulletin des lois de l'Empire*, et portées à la connaissance de la Diète fédérale lors de sa première réunion.

Art. 105 *e*. — Dans les industries, dont l'exercice total ou partiel les jours de dimanche et de fête est nécessaire pour la satisfaction de besoins journaliers de la population ou de besoins spécialement actifs à ces jours, ainsi que dans des exploitations qui travaillent exclusivement ou principalement avec des moteurs à vent ou des moteurs à eau irréguliers, des dérogations aux prescriptions de l'article 105 *b* peuvent être autorisées par l'autorité administrative supérieure. Ces exceptions seront réglées en ayant égard aux prescriptions de l'alinéa 3 de l'article 105 *c*.

Les demandes en autorisation d'exception pour les exploitations qui travaillent exclusivement ou principalement avec des moteurs à vent ou des moteurs à eau irréguliers sont faites suivant les prescriptions des articles 20 et 21.

Art. 105 *f*. — Lorsque, pour éviter un dommage excessif, le besoin d'occuper des ouvriers les dimanches et fêtes se fait sentir, l'autorité administrative inférieure peut autoriser des exceptions à la prescription de l'article 105 *b*, alinéa 1er, pour un certain temps.

2° L'autorisation doit être donnée par écrit et sera présentée à toute réquisition, sur les chantiers, au fonctionnaire chargé de la surveillance. Une copie de l'autorisation doit être affichée au chantier même, bien visible pour les ouvriers.

L'autorité administrative inférieure doit tenir un registre des exceptions autorisées par elle ; seront consignés le chantier, les travaux autorisés, le nombre des ouvriers occupés dans l'exploitation et de ceux ayant travaillé aux jours de dimanche et de fête indiqués, la durée de leur occupation, ainsi que la durée et les motifs de l'autorisation.

Art. 105 *h*. — Les prescriptions des articles 105 *a* jusqu'à 105 *g* n'empêchent pas les restrictions plus étendues que les lois

de chaque pays peuvent imposer au travail des dimanches et fêtes.

Il est réservé aux autorités centrales des pays de permettre des dérogations à la prescription de l'alinéa 1er de l'article 105 *b* pour certaines fêtes qui ne tombent pas un dimanche. Cette prescription ne s'applique pas aux fêtes de Noël, du Jour de l'An, de Pâques, de l'Ascension et de la Pentecôte.

Art. 115. — Les industriels doivent payer leurs salaires en monnaie de l'Empire et au comptant. Ils ne doivent pas livrer aux ouvriers des marchandises à crédit. Il est cependant permis de livrer aux ouvriers des vivres au prix d'achat, de leur fournir le logement et du terrain aux taux habituels des locations de la localité, le chauffage, l'éclairage, une alimentation régulière, des médicaments et des secours médicaux ainsi que des outils et des matières premières pour leurs travaux à la valeur du prix de revient moyen, et de déduire les sommes correspondantes des salaires. La fourniture d'outils et de matières premières pour des travaux à la tâche à un prix supérieur au prix de revient est permise si ce prix ne dépasse pas le prix habituel de la localité et s'il a été convenu à l'avance.

Art. 115 *a.* — Le payement des salaires ou des acomptes ne peut avoir lieu dans des cabarets ou des débits sans approbation de l'autorité administrative supérieure; il ne peut être effectué à des tiers en suite d'affaires conclues entre eux ou de conventions relatives à de pareilles affaires; elles sont sans effet légal d'après le paragraphe 2 de la loi du 21 juin 1869 relative à la saisie des salaires.

Art. 116. — Les ouvriers dont les créances auraient été réglées d'une manière contraire à l'article 115 peuvent, en tout temps, réclamer le règlement conformément à cet article, sans que l'on puisse leur opposer les objets donnés en payement. Ceux-ci, lorsqu'ils se trouvent encore chez l'ouvrier ou l'argent qu'il en a tiré reviennent à la caisse de secours à laquelle l'ouvrier participe, à défaut à une autre caisse existant dans la localité en faveur des ouvriers et que l'autorité communale désignera, ou à défaut à la caisse des pauvres de la localité.

Art. 117. — Les contrats contraires à l'article 115 sont nuls.

Il en est de même des conventions entre les industriels et leurs ouvriers relatives à l'achat obligé de fournitures chez certains débitants, et en général sur l'emploi de leur salaire à autre chose qu'à la participation à des institutions destinées à améliorer le sort des ouvriers ou de leurs familles.

Art. 118. — Les créances pour des marchandises qui auraient été livrées à crédit, contrairement à l'article 115, ne peuvent pas faire, de la part du créancier, l'objet de réclamations ou de déductions de comptes, ni de poursuites d'aucune sorte, sans distinguer si les créances proviennent directement du fait des intéressés ou si elles ont été acquises indirectement. Des créances de cette nature reviennent à la caisse désignée à l'article 116.

Art. 119. — Sont assimilés aux industriels, dans le sens des articles 115 à 118, les membres de leurs familles, les auxiliaires, les commis, les régisseurs, les surveillants et les garçons de service, ainsi que les autres industriels, dans le commerce desquels une des personnes citées ci-dessus est intéressée directement ou indirectement.

Art. 119 *a.* — Les retenues de salaires que stipulent les entrepreneurs d'industrie pour assurer le remboursement du dommage pouvant résulter pour eux d'une résiliation illicite du contrat de travail, ou d'une punition fixée pour ce cas, ne doivent pas dépasser, à chaque paye, le quart du salaire dû, ni en tout le montant du salaire d'une semaine.

Par une disposition statutaire d'une commune ou d'une association de communes (art. 142), il peut être prescrit :

1° Que les payes et la délivrance des acomptes doivent avoir lieu dans des délais fixes, qui ne pourront être plus longs qu'un mois ni plus courts qu'une semaine ;

2° Que le salaire des ouvriers non majeurs sera payé à leurs parents ou tuteurs, et qu'il le sera seulement avec l'assentiment de ces derniers ou sur le vu de leur quittance du dernier salaire aux ouvriers non majeurs eux-mêmes;

3° Que les industriels devront communiquer, dans des délais déterminés, aux parents ou tuteurs les montants des salaires payés aux ouvriers non majeurs.

Art. 135. — Les enfants âgés de moins de treize ans ne doivent pas être occupés dans les fabriques. Les enfants âgés de plus de treize ans n'y peuvent être occupés qu'autant qu'ils ne sont plus tenus à fréquenter l'école populaire.

L'occupation des enfants au-dessous de quatorze ans ne doit pas excéder une durée de six heures par jour.

Les jeunes gens entre quatorze et seize ans ne devront pas être occupés dans les fabriques plus de dix heures par jour.

Art. 136. — Les heures de travail des jeunes ouvriers (art. 135) ne doivent pas commencer avant 5h1/2 du matin ni dépasser 8h1/2 du soir. Entre les heures de travail il doit y avoir les jours

de travail, des périodes de repos régulières. Pour les jeunes ouvriers qui ne sont occupés que six heures par jour, le repos doit être d'une demi-heure au moins. Les autres jeunes ouvriers doivent avoir au moins une heure de repos à midi et une demi-heure le matin et l'après-midi.

Pendant les repos aucune occupation ne doit être permise aux jeunes ouvriers dans l'exploitation, et le séjour dans les ateliers ne doit leur être permis que si, dans ces ateliers, les parties de l'exploitation qui occupent de jeunes ouvriers sont complètement arrêtées, ou si le séjour au dehors n'est pas désirable et si d'autres endroits pour le séjour de ces ouvriers ne peuvent être utilisés sans de grandes difficultés; les dimanches et jours fériés, ainsi que pendant les heures régulièrement fixées pour l'instruction des catéchumènes et des jeunes gens à confirmer ainsi que pour celle relative à la confession et à la communion on ne doit pas occuper de jeunes ouvriers.

Art. 137. — Les ouvrières ne doivent pas être occupées de nuit dans les fabriques entre 8h1/2 du soir et 5h1/2 du matin ni le samedi ou la veille des fêtes plus tard que 5h1/2 de l'après-midi.

L'occupation d'ouvrières âgées de plus de seize ans ne doit pas excéder la durée de onze heures par jour les jours ordinaires, ni dix heures les veilles de dimanches ou de fêtes.

Entre les heures de travail on doit accorder aux ouvrières au moins une heure de repos à midi.

Les ouvrières âgées de plus de seize ans qui ont à s'occuper d'un ménage doivent pouvoir quitter le travail une demi-heure avant le repos de midi, à moins que ce repos ne soit d'une heure et demie au moins.

Pendant quatre semaines après l'accouchement, les ouvrières ne doivent absolument pas être occupées et, pendant les deux suivantes, elles ne peuvent l'être que si le certificat d'un médecin, à ce autorisé, permet le travail.

Art. 139. — Lorsque des ouvrières ou de jeunes ouvriers doivent être occupés dans des fabriques, le patron doit en informer par écrit l'autorité de police locale, avant le commencement de leur travail.

Dans l'avis on indique la fabrique, les jours de la semaine où l'on travaillera, le commencement et la fin du temps de travail et des repos, ainsi que la nature de l'occupation. On ne pourra rien modifier à ces arrangements sans nouvel avis à l'autorité, sauf le remplacement éventuel d'ouvriers empêchés pendant

quelques journées. Dans chaque fabrique le patron doit veiller à ce que, dans les ateliers qui occupent de jeunes ouvriers, soit affichée, bien en vue, une liste des jeunes ouvriers, indiquant leurs jours de travail, le commencement et la fin de la journée et des repos. Il doit veiller également à ce que dans ses ateliers soit affiché un tableau qui contienne, lisiblement écrit, un extrait des prescriptions sur l'occupation des ouvrières et des jeunes ouvriers, dans la forme indiquée par l'administration centrale.

Art. 138 *a*. — En cas d'accumulation excessive de travail, l'autorité administrative inférieure peut, sur la proposition du patron, autoriser, pour deux semaines, l'occupation d'ouvrières âgées de plus de seize ans jusqu'à dix heures du soir, sauf le samedi et à la condition que la durée journalière du travail ne dépasse pas treize heures. Dans le courant d'une année cette permission ne peut être donnée à un même patron pour son exploitation ou pour une division de son exploitation, pendant plus de quarante jours.

La même permission ne peut être donnée, pour un temps excédant deux semaines, que par l'autorité administrative supérieure ; celle-ci ne peut l'accorder elle-même pour plus de quarante jours dans l'année que si le temps de travail pour l'exploitation ou pour la division d'exploitation est réglé de manière que la durée moyenne des jours de travail dans l'année ne dépasse pas le temps de travail légal.

La demande d'une pareille autorisation doit être faite par écrit et indiquer le motif pour lequel elle est faite, le nombre des ouvrières dont il s'agit, la durée de l'occupation extraordinaire et le temps pour lequel l'autorisation est demandée. La décision de l'autorité administrative inférieure doit être donnée par écrit, dans un délai de trois jours. En cas de refus de l'autorisation, le recours à l'autorité supérieure est admis.

L'autorité administrative inférieure doit tenir un registre des cas dans lesquels elle a donné l'autorisation ; on consigne au registre le nom du patron et les indications que doit contenir la demande.

L'autorité administrative inférieure peut permettre l'occupation d'ouvrières âgées de plus de seize ans qui n'ont pas de ménage à soigner et qui ne fréquentent pas une école progressive, aux travaux indiqués sous les numéros 1 et 2 de l'article 105 *c*, alinéa 1er, entre $5^h 1/2$ et $8^h 1/2$ du soir les samedis et veilles de fêtes. La permission doit être donnée par écrit et conservée par le patron.

Art. 139. — Si des phénomènes naturels ou des accidents ont interrompu l'exploitation régulière d'une fabrique, il peut être accordé des dérogations aux restrictions prévues dans les articles 135, alinéas 2 et 3, 136, 137, alinéas 1 à 3, pour une durée de quatre semaines par l'autorité administrative supérieure, et pour un temps plus long, par le chancelier de l'Empire. Dans des cas urgents de cette nature, et pour empêcher des accidents, cette dérogation peut être accordée par l'autorité administrative inférieure, mais au plus pour une durée de quatorze jours.

Lorsque la nature de l'exploitation ou l'intérêt des ouvriers dans certaines fabriques rendent désirable un autre arrangement du temps de travail des ouvrières ou des jeunes ouvriers que celui prévu aux alinéas 1 et 3 des articles 136 et 137, un pareil arrangement peut être autorisé, sur demande spéciale, par l'autorité administrative supérieure pour les repos, et par le chancelier de l'Empire pour tout le reste. Toutefois dans ces cas les jeunes ouvriers ne doivent pas être occupés plus de six heures, si les heures de travail ne sont pas coupées par des repos d'une heure en tout au minimum.

Les décisions à intervenir en vertu des prescriptions précédentes doivent être données par écrit.

Art. 139 *a.* — Le Conseil fédéral est autorisé :

1° A interdire d'une manière absolue ou à restreindre à des conditions particulières l'emploi d'ouvrières et de jeunes ouvriers dans certaines branches d'industries qui comportent des dangers spéciaux pour la santé ou la moralité.

2° A permettre des dérogations aux prescriptions des articles 135, alinéa 2, 136, 137, alinéas 1 à 3 pour des fabriques qui travaillent à feu continu, ou sont astreintes pour un autre motif à un travail régulier de jour et de nuit, ou dont l'exploitation ne permet pas une division en journées de travail régulières de même durée, ou est limitée par sa nature à certaines saisons.

3° A permettre, pour certaines branches de fabrication, en tant que la nature de l'exploitation ou l'intérêt des ouvriers paraissent l'exiger, l'abréviation ou la suppression des repos prescrits pour les jeunes ouvriers.

4° A permettre, pour certaines branches de fabrication, dans lesquelles se produit régulièrement, à certaines époques de l'année, un travail plus considérable, des dérogations aux prescriptions des alinéas 1 et 2 de l'article 137 à condition que le temps de travail journalier ne dépasse pas treize heures en général et dix heures le samedi.

Dans les cas indiqués au 2°, la durée du travail hebdomadaire ne doit pas dépasser trente-six heures pour les enfants, soixante heures pour les jeunes gens, soixante-cinq pour les ouvrières, soixante-dix heures pour les jeunes gens et les ouvrières dans les tuileries.

Le travail de nuit ne doit pas excéder dix heures sur vingt-quatre et doit être toujours interrompu par un ou plusieurs repos d'une durée totale d'au moins une heure. Le travail de jour et de nuit doit changer d'une semaine à l'autre.

Dans les cas prévus au 3°, les jeunes ouvriers ne doivent pas être occupés plus de six heures, si entre les heures de travail ne sont pas intercalés un ou plusieurs repos d'une durée d'au moins une heure.

Dans les cas prévus au 4°, la permission d'un travail supplémentaire ne peut être accordée pour plus de quarante jours dans l'année que si le travail est réglé de manière que la durée moyenne de la journée de travail dans l'année ne dépasse pas le temps de travail légal.

5° Les décisions du Conseil fédéral doivent être limitées à un certain temps, et elles peuvent être prises pour des districts déterminés. Elles doivent être publiées dans le *Bulletin des lois de l'Empire* et communiquées à la Diète fédérale, lors de sa sa première réunion.

Art. 139 *b.* — La surveillance de l'exécution des prescriptions des articles 105 *a*, 105 *b*, alinéa 1er, 105 *c* à 105 *h*, 120 *a* à 120 *e*, 134 à 139 *a* est confiée exclusivement à des employés spéciaux nommés par les gouvernements des pays, ou concurremment aux autorités de police ordinaires. Ils ont, pour l'exercice de leurs fonctions, tous les droits administratifs des autorités de police locales et notamment celui de visiter les établissements en tout temps. Ils sont tenus de garder le secret sur ce qu'ils apprennent, lors de leurs visites sur la situation industrielle et commerciale des établissements, sauf la dénonciation des illégalités.

La délimitation des compétences entre ces agents et les autorités de police ordinaires est laissée à l'initiative constitutionnelle de chaque état fédéré.

Les agents en question doivent présenter des rapports annuels sur leurs travaux. Ces rapports ou des extraits doivent être communiqués au Conseil fédéral et à la Diète fédérale.

Les patrons doivent permettre en tout temps et notamment de nuit, les inspections officielles qui ont lieu pendant le travail en

vertu des prescriptions des articles 105 *a* à 105 *h*, 120 *a* à 120 *e*, 134 à 139 *a*.

Les patrons sont aussi tenus de donner aux agents précités ou à l'autorité de police les renseignements statistiques sur la situation de leurs ouvriers, qui sont demandés par le Conseil fédéral ou par l'autorité centrale du pays dans des délais et sous des formes fixés.

Art. 142. — Les questions industrielles déférées par la loi aux communes ou à des réunions de communes peuvent être réglées par des prescriptions statutaires édictées par elles et qui ont force de loi. Ces prescriptions sont rédigées après avoir entendu les industriels et les ouvriers intéressés ; elles doivent être approuvées par l'autorité administrative supérieure et publiées de la manière prescrite pour les publications faites par la commune ou la réunion de communes.

L'autorité centrale a le droit d'annuler les prescriptions statutaires contraires aux lois ou aux prescriptions statutaires d'une réunion de communes.

Art. 142 (partiel). . . . . — Seront punis d'amendes jusqu'à 2.000 marcs, et, en cas d'insolvabilité, de prison jusqu'à six mois :

1° Les industriels qui contreviennent à l'article 115 ;

2° Les industriels qui contreviennent aux articles 135, 136, 137 ou aux prescriptions données en vertu des articles 139 et 139 *a*.

Les amendes seront versées à la caisse désignée à l'article 116.

Art. 146 *a* (extrait). — Seront punis d'amendes jusqu'à 600 marcs, ou, en cas d'insolvabilité, de prison, ceux qui occuperont des ouvriers les dimanches et jours de fêtes contrairement aux articles 105 *b* à 105 *g* ou aux prescriptions données en vertu de ses articles, ainsi que ceux qui contreviennent aux prescriptions statutaires édictées en vertu de l'alinéa 2 de l'article 105 *b*.

Art. 148 (extrait). — Seront punis d'amendes jusqu'à 150 marcs, ou, en cas d'insolvabilité, de prison jusqu'à quatre semaines.

Ceux qui contreviennent à l'article 115 *a* ou aux prescriptions statutaires édictées en vertu de l'article 119 *a*.

Art. 152. — Toutes défenses ou punitions prévues contre les industriels, les aides, les compagnons ou les ouvriers de fabriques pour ententes ou réunions destinées à obtenir de meilleures conditions de salaire ou de travail, ou spécialement au moyen de grèves ou de renvois des ouvriers, sont supprimées.

Tout participant est libre de se retirer de pareilles réunions ou ententes, sans qu'on puisse le poursuivre de ce fait.

Art. 153. — Celui qui, par contrainte physique, par des menaces, par des injures ou par la mise à l'index, entraîne ou cherche à entraîner d'autres personnes à participer à des ententes visées à l'article 152, ou à en subir les conséquences, ou qui empêche ou cherche à empêcher d'autres personnes, par les mêmes moyens, de se retirer des ententes, est passible de prison jusqu'à trois mois, en tant que le Code pénal ne stipule pas une peine plus forte.

Règlement concernant l'emploi de jeunes ouvriers dans les mines de houille, du 17 mars 1892.

En vertu de l'article 139 *a* de la loi du 1er juin 1891, le Conseil fédéral a prescrit ce qui suit :

I. — Les restrictions de l'article 136, alinéas 1 et 2 de la *Gewerbe ordnung*, ne s'appliquent pas aux jeunes ouvriers du sexe masculin âgés de plus de quatorze ans occupés, dans les houillères dont l'exploitation est à double équipe journalière, aux travaux dépendant directement de l'extraction du charbon sous les conditions suivantes :

1° La première équipe ne commencera pas son travail avant cinq heures du matin, et la seconde ne finira pas le sien après dix heures du soir, la durée du travail ne devant pas être supérieure à huit heures pour chaque équipe.

Les veilles des dimanches et fêtes, la première équipe peut commencer son travail à quatre heures du matin, et les lendemains des mêmes jours la deuxième peut terminer le sien à minuit.

2° Entre deux journées de travail les jeunes ouvriers devront avoir un repos de douze heures au moins.

3° Entre les heures de travail, les jeunes ouvriers devront avoir chaque jour ouvrable un ou plusieurs repos d'une durée totale d'au moins une heure ; pendant ces repos, on ne doit leur permettre aucune occupation dans l'exploitation.

II. — De jeunes ouvriers âgés de plus de quatorze ans pourront être occupés dans les houillères, à raison de six heures par journée de travail, à des travaux proportionnés à leurs forces et au jour, sans le repos prescrit sous l'alinéa 1er, troi-

sième point de l'article 136, si la nature du travail comporte des interruptions.

Pour ce qui concerne le repos à accorder entre deux journées de travail, il y a lieu d'appliquer la prescription de l'article 1er, n° 2.

III. — Les jeunes ouvriers ne peuvent être occupés de la manière indiquée sous I et II que si le certificat d'un médecin à ce commis par l'autorité administrative supérieure constate que le développement physique de l'ouvrier permet, sans danger pour sa santé, de lui confier le travail prévu et bien spécifié. Ce certificat doit être remis au patron avant le commencement de l'occupation; celui-ci doit le garder, le présenter à la requête de l'administration et le rendre au jeune ouvrier lors de son départ du travail ou, s'il y a lieu, à son représentant légal.

IV. — Sur les chantiers où des jeunes ouvriers sont occupés en vertu des prescriptions I, II et III, on doit afficher à côté du tableau prescrit par l'alinéa 2 de l'article 138 de la *Gewerbeordnung* un deuxième tableau rappelant, en écriture lisible, les prescriptions sous I, II et III.

V. — Les prescriptions précédentes sont valables pour dix ans.

Elles remplacent, à partir du 1er avril 1892, les prescriptions sur l'emploi de jeunes ouvriers dans les houillères, données par les publications du chancelier de l'Empire du 10 juillet 1881 et du 12 mars 1883.

DISCOURS

PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES

DE

M. DE BOUREUILLE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES EN RETRAITE
ANCIEN SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

le 28 mars 1893

DISCOURS DE M. LINDER

Vice-Président du Conseil général des mines.

Messieurs,

Une longue vie de droiture et d'intégrité vient de s'éteindre. Elle nous laisse le rare exemple d'un homme, placé au rang le plus élevé de la hiérarchie administrative, mêlé par ses fonctions aux questions les plus importantes de son pays, et que la mort amène à sa demeure dernière, sans que la haine et la calomnie, — si promptes, au temps de trouble moral que nous traversons, à s'attaquer même aux vertus les plus pures, — aient jamais tenté d'effleurer sa réputation, restée sans tache et sans reproche.

Bigault de Boureuille est né à Pontoise, le 25 décembre 1807. De brillantes études littéraires et scientifiques, après lui avoir valu le prix d'honneur de philosophie au concours général de 1825, lui ouvrirent, l'année

suivante, les portes de l'École polytechnique, puis, deux ans après, celles de l'École des mines, d'où il sortit, en 1832, avec le grade d'aspirant-ingénieur. Il débutait dans la carrière en un moment qui ne pouvait être plus opportun.

Jusqu'alors les chemins de fer, concédés en vertu de simples ordonnances royales, n'avaient servi qu'à relier des centres industriels aux voies navigables et à transporter des uns aux autres les produits ou les matières premières. L'importance des services, qu'ils avaient rendus au commerce et à l'industrie, était universellement admise; mais comme ils n'avaient qu'une faible étendue, on s'obstinait à nier leur extensibilité et à ne voir en eux que des outils restreints, uniquement utilisables aux échanges de marchandises.

Or, un fait venait de se passer qui démentait cette erreur : grâce à l'application des découvertes de Marc Séguin et de Robert Stephenson, la compagnie concessionnaire du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon avait pu organiser entre ces deux villes un service régulier de voyageurs et de marchandises, et son essai avait pleinement réussi.

Dès lors, on dut reconnaître que les anciens systèmes de transport auraient bientôt fait leur temps; on pressentit que l'avenir était aux voies ferrées et que celles-ci, en rapprochant les hommes, en multipliant leurs rapports et facilitant l'échange de leurs idées et de leurs produits, seraient appelées à jouer un rôle considérable dans le développement politique et commercial des nations. Ce développement non seulement devait entraîner l'intervention du législateur, mais en outre provoquer à l'étude de nombreuses questions d'ordre technique ou administratif, pour la solution desquelles la collaboration d'intelligences instruites et ouvertes au progrès était indispensable.

Legrand, l'éminent administrateur, dont la mémoire est restée si profondément enracinée dans le souvenir de tous ceux qui touchent à l'administration des travaux publics, était, à ce moment, chargé de la haute direction des ponts et chaussées et des mines. Sur sa désignation, de Boureuille est attaché à son cabinet et spécialement chargé des études, que l'heureuse expérience de la compagnie de Saint-Étienne à Lyon a mises à l'ordre du jour.

Sous l'impulsion du chef habile qui le dirige, les aptitudes administratives de de Boureuille se développent rapidement; son caractère, son jugement, sa valeur appellent l'attention, attirent la confiance, à tel point que, lorsqu'en 1838, l'organisation d'un service central de chemins de fer et de police du roulage est décidée, c'est à son jeune collaborateur que Legrand en confie la direction avec le titre de chef de section.

Mais l'organisation nouvelle devient bientôt insuffisante, l'importance et le développement des voies ferrées allant sans cesse croissant, et, dès 1842, ils obligent à créer une division spéciale, à la tête de laquelle de Boureuille est placé.

C'était le moment où le gouvernement, préoccupé de la nécessité de procéder à l'organisation de la police des chemins de fer, faisait étudier par les services et les conseils compétents, les projets réglementaires qui devaient devenir, peu après, la loi du 15 juillet 1845 et l'ordonnance du 15 novembre 1846, œuvres capitales, qui répondent encore aujourd'hui, malgré l'extension considérable de notre réseau de voies ferrées et le perfectionnement incessant de l'outillage, à presque tous les besoins de l'exploitation.

En 1850, deux ans après la mort de son maître Legrand, de Boureuille quitte le service des chemins de fer et prend la direction de la division des mines.

En 1854, il est élevé au grade d'inspecteur général de 2e classe ; un an après, au décès de Boulage, il devient secrétaire général du Ministère des Travaux publics.

Dans sa nouvelle fonction, de Boureuille, pas plus qu'auparavant, ne cherche le repos; il participe activement à la plupart des travaux du ministère. Avec la grande autorité que lui donne sa situation administrative, avec la haute compétence que lui ont fait acquérir des études approfondies et la pratique de fonctions multiples, il collabore tour à tour avec les Conseils des ponts et chaussées et des mines, le Comité consultatif des chemins de fer, les Comités consultatifs d'hygiène publique et des arts et manufactures. Grâce à sa puissance extraordinaire de travail, il trouve encore le temps de prendre part aux discussions des nombreuses commissions, chargées de préparer les lois et règlements qui touchent aux matières si variées de l'administration des Travaux publics, et d'en soutenir les dispositions devant le Conseil d'État, dont il est membre en service extraordinaire. Partout sa dialectique nette et précise, sa pensée toujours dominée par l'esprit d'équité exercent une sérieuse influence.

Quand vinrent les jours néfastes, où une guerre fatale nous arracha deux de nos meilleures et plus patriotiques provinces, quand le sol livré à l'invasion força le gouvernement à quitter Paris, les administrations, à peu près réduites à néant, durent tourner leurs principales forces vives vers tout ce qui pouvait concourir à la défense du territoire. Celle des Travaux publics ne faillit pas à son devoir : pendant qu'une partie de ses fonctionnaires était aux armées ou dans les ateliers de la guerre, une autre, sous la haute direction de de Boureuille, surveillait en province la confection des armes ou dirigeait la fabrication des cartouches.

Mais l'âge s'avançait à grands pas. Inspecteur général

des mines de 1re classe depuis 1863, grand-officier de la Légion d'honneur depuis 1869, de Boureuille dut résigner ses fonctions de secrétaire général, le 25 octobre 1876, et entrer, l'année suivante, dans le repos.

En lui annonçant sa mise à la retraite, le Ministre des Travaux publics lui écrivait : « Ce n'est pas sans un bien vif regret que l'Administration voit arriver au terme de leur vie active ceux de ses membres qui, comme vous, se sont placés au premier rang par leurs éminents services. La haute considération dont vous avez été entouré dans le cours de votre carrière si bien remplie, vous suivra dans votre honorable retraite ainsi que l'affection de vos collègues et mes sentiments d'estime personnelle ».

Ces paroles de haute estime s'adressaient, Messieurs, non seulement au fonctionnaire éclairé, consciencieux et sage, dont je vous ai dit la carrière, mais encore et surtout à l'homme intègre, qui, pendant plus de vingt ans, a présidé à l'administration du personnel des Travaux publics, en y maintenant, avec une admirable fermeté, les traditions fortes et saines qu'y avait établies son illustre maître Legrand et qui resteront toujours, espérons-le, l'honneur des deux Corps des mines et des ponts et chaussées. Dans ces délicates fonctions de chef ayant charge d'âmes, il a manifesté, en toutes circonstances, les qualités de droiture, d'élévation d'esprit et de cœur, qui le distinguaient à un si haut degré ; s'il a parfois mécontenté des ambitions trop pressées ou refusé de satisfaire des désirs même justifiés, il n'a jamais été guidé dans ses décisions que par le souci du devoir, l'amour de l'équité, le bien du service dont il avait la responsabilité. Nous, dont il a été le chef sévère et vénéré, nous avons le droit d'être fiers de lui et de le citer en exemple. C'était un *caractère*, et notre respect le suivra dans le monde meilleur où il repose.

La mort l'a surpris à l'improviste, mais esprit profon-

dément religieux, il n'avait pas à craindre ce moment redoutable, ayant toujours pratiqué la justice, haï l'iniquité et conformé sa vie à cette maxime, qui devrait être le guide de chacun : « Sage est celui qui s'efforce d'être tel dans la vie qu'il souhaite d'être trouvé à la mort. »

DISCOURS DE M. VICTOR BART

Vice-président de la Société d'horticulture du département de Seine-et-Oise.

M. de Boureuille, dont nous déplorons la perte, était depuis trente années, président de la Société d'horticulture du département de Seine-et-Oise.

Cette longue durée du pouvoir présidentiel ne s'est peut-être jamais présentée ailleurs.

Au nom de notre Société, et comme l'un des vice-présidents, je me trouve appelé à prononcer quelques paroles sur la tombe de notre cher et regretté collègue.

M. de Boureuille était par excellence un homme de bien et de dévouement. Il aimait l'horticulture. Lorsque par un vote unanime, en 1864, il fût appelé à la présidence à lui offerte, il s'empressa d'accepter une fonction pour laquelle il réunissait tant de titres.

La confiance de la Société lui a été continuée par vingt-neuf réélections successives. C'était de la manière la plus cordiale et non sans une vive et très apparente émotion qu'il exprimait à la Société ses sentiments de gratitude pour cette confiance persistante si justement méritée.

Pendant les trente années de la présidence de M. de Boureuille l'horticulture a réalisé de très grands progrès.

A la suite de chacune de nos belles expositions, aux séances solennelles de distribution des récompenses, M. de Boureuille ne cessait de constater ces merveilleux

progrès en ayant le soin de faire ressortir la part prise par les membres de la Société dans la marche en avant de l'art horticole.

Après une vie consacrée tout entière à de très utiles et de très nombreux travaux, M. de Boureuille s'est éteint doucement dans la quatre-vingt-sixième année de son âge.

Au nom de la Société d'horticulture de Seine-et-Oise, je viens dire un suprême adieu à notre très digne et très vénéré président, M. de Boureuille.

Cher président, adieu !

NOTE
SUR
DEUX EXPLOSIONS DE RÉCIPIENTS SOUDÉS

Par M. OLRY, Ingénieur en chef des mines.

Le 11 janvier 1890, le récipient d'eau et de vapeur d'une locomotive sans foyer a fait explosion au dépôt de la Compagnie lyonnaise des tramways et chemins de fer (ligne de Lyon à Bron), sis à Maisons-Neuves, commune de Lyon. Deux personnes ont été tuées et quatre blessées légèrement; les dégâts matériels ont été considérables.

Ce récipient, construit en 1888 et mis en service en 1889, consistait en un corps cylindrique en fer de $1^m,22$ de diamètre intérieur et $1^m,92$ de long, terminé par deux fonds emboutis en forme de calottes sphériques, avec flèches de $0^m,165$.

Épaisseur des tôles :	Virole.	14 millim.
—	Fond d'avant. . . .	20 —
—	Fond d'arrière . . .	16 —
Capacité		2.686 litres.
Timbre.		17 kg.

Le fond antérieur, c'est-dire celui devant lequel se tenait le mécanicien, présentait un trou d'homme vers le bas.

Cet appareil était dépourvu de toute rivure. Le corps cylindrique était formé d'une seule tôle, soudée à elle-même suivant une génératrice. Les fonds étaient pareillement soudés à ce corps.

L'explosion a été déterminée par l'arrachement du fond d'arrière qui s'est détaché de la virole d'un seul morceau. La déchirure était nette et presque sans bavure ; elle avait suivi le pli situé à la jonction du fond et de la paroi cylindrique.

La locomotive était alors en chargement et la pression n'y dépassait pas 13 kilogrammes. Le fond d'avant, projeté avec la virole, a été défoncé par les chocs qu'il a subis ; mais il tenait encore au corps cylindrique par le quart environ de sa circonférence.

Cet accident a appelé l'attention de la commission centrale des machines à vapeur sur le système d'attache de la virole et des fonds, sur l'emplacement choisi pour les soudures et sur leur mode d'exécution ; elle a pensé qu'il y avait lieu de signaler à qui de droit les dangers de l'emploi des récipients construits de cette façon.

Les critiques formulées à cette occasion par la commission centrale, et dont nous ferons connaître plus loin les motifs, ont reçu une confirmation éclatante du fait d'une autre explosion survenue le 29 août 1891, en gare de Tours-État.

Cette fois, c'est un réservoir accumulateur à gaz d'huile qui a éclaté. De même que le précédent, il était en fer, entièrement soudé, et constitué par une virole cylindrique et deux fonds ayant la forme de calottes sphériques. Sa longueur était de $5^m,60$, y compris les flèches des fonds, chacune de $0^m,15$, et son diamètre intérieur de $1^m,13$. L'un des fonds était percé d'un trou d'homme central de $0^m,42$ de diamètre ; l'autre ne présentait que l'ajutage du tuyau de chargement.

Épaisseur des tôles :	Paroi cylindrique.	11	millim.
—	Fond à trou d'homme.	14	—
—	Fond sans trou d'homme. . .	12	—
Capacité		5.605	litres.

Ce réservoir reposait sur deux autres du même type

et de mêmes dimensions, constituant avec lui le chargement d'un wagon plat, le tout amarré au moyen de solides armatures en fer (*fig.* 2, Pl. XII). Sa mise en service ne remontait qu'au mois de décembre 1887. Bien que n'étant soumis à aucune réglementation, il avait été éprouvé à la pression hydraulique de 15 kilogrammes et portait un timbre poinçonné de 11 kilogrammes; c'est sous cette dernière pression qu'il était normalement chargé.

Le 29 août 1891, son chargement avait été terminé à sept heures du matin. Vers deux heures un quart de l'après-midi, son fond sans trou d'homme se détachait d'une seule pièce du corps cylindrique et était projeté à une distance de 210 mètres. Le wagon-accumulateur, subissant comme contre-coup un mouvement de recul, en heurta un autre qui se trouvait sur la même voie; en particulier, le réservoir rompu, glissant sur ses supports en sens inverse de l'expansion du gaz, vint frapper violemment le fond du réservoir supérieur du wagon voisin (*fig.* 2, Pl. XII). Le gaz de ce dernier put ainsi s'échapper par l'orifice du tuyau de chargement brisé dans le choc; en même temps, il s'enflamma, probablement par l'effet d'une étincelle que le choc avait produite. Les deux wagons-accumulateurs, envahis par les flammes, furent incendiés, l'un presque en totalité, l'autre en partie. En somme, les dégâts matériels n'ont pas été considérables; il n'y a eu d'ailleurs qu'une personne légèrement blessée. Néanmoins, cet accident présentait un vif intérêt, parce que son analogie avec celui de Lyon mettait de nouveau en évidence les dangers d'un système de construction défectueux.

Dans les enquêtes auxquelles il a été procédé au sujet de ces deux explosions, M. l'ingénieur Dougados, à Lyon, et M. l'ingénieur Laurent, à Tours, ont recherché s'il convenait de mettre en cause soit la pression à laquelle

les appareils avaient été soumis, soit la qualité ou l'épaisseur des tôles qui les constituaient.

A Lyon, tous les témoins se sont accordés à dire que les manomètres du récipient et de la chaudière en activité qui l'alimentait ne marquaient que 12 à 13 kilogrammes au moment de l'accident.

Il est de même avéré qu'à Tours, la pression du gaz ne dépassait pas 11 kilogrammes à la fin du chargement, c'est-à-dire à sept heures du matin. A partir de ce moment, le wagon-accumulateur est resté exposé aux rayons du soleil; la température et la pression du gaz ont donc dû s'élever; mais on peut calculer qu'il faut une augmentation de température de 20° pour que la pression s'élève de 1 kilogramme seulement. Dès lors, il n'était pas possible d'attribuer l'explosion à cette circonstance.

Pour constater la nature et la qualité des tôles, on a prélevé dans le corps cylindrique du récipient de la locomotive sans foyer quatre éprouvettes de $0^{m},20$ de longueur utile, dont deux dans le sens du laminage, et deux dans le sens perpendiculaire. Elles ont donné une résistance moyenne à la rupture de $32^{kg},1$ par millimètre carré dans le sens du laminage, avec un allongement de 7,5 p. 100, et une résistance de $29^{kg},1$ dans le sens perpendiculaire, avec allongement de 4,5 p. 100. Ces chiffres dénotent une tôle de qualité suffisante. Le métal était fibreux, à cassure soyeuse, avec quelques mises imparfaitement soudées : c'était de la tôle n° 3 des aciéries de Saint-Étienne. Quatre autres éprouvettes prélevées sur la génératrice de soudure du corps cylindrique, perpendiculairement à cette génératrice, c'est-à-dire dans le sens du laminage, ont donné des résultats un peu moins satisfaisants, mais encore acceptables. La résistance moyenne à la rupture a été de $28^{kg},9$, avec allongement de 7,31 p. 100. Aucune éprouvette ne s'est rompue dans

la partie soudée, où l'épaisseur était un peu plus forte. Le travail de la soudure avait produit une modification dans la texture du fer, révélée par un aspect à grain, mais à grain très fin. Notons enfin que les deux fonds de l'appareïl présentaient des pliures résultant de chocs, et sur lesquelles on ne voyait que des criques très peu importantes; il y avait là un nouvel indice de la bonne qualité du métal.

Quant à la nature des tôles du réservoir à gaz, on s'en est rendu compte en essayant à la traction une éprouvette de $0^m,24$ de longueur utile, prélevée dans le corps cylindrique en travers du laminage. Cette éprouvette s'est rompue sous une charge de $28^{kg},5$ par millimètre carré, avec allongement de 5 p. 100. Ces chiffres correspondent à une tôle de qualité moyenne.

Enfin, en ce qui concerne l'épaisseur des tôles, on peut calculer qu'à Lyon, avec l'épaisseur de 14 millimètres, le métal du corps cylindrique était soumis, sous la pression-limite de 17 kilogrammes, à un effort de $7^{kg},4$ par millimètre carré, tendant à opérer la rupture suivant une génératrice. Ce chiffre est assez élevé; mais, en définitive, il n'atteint que le quart de la résistance du métal et peut être admis pour un récipient non soumis à l'action du feu. Les fonds étant emboutis sous un rayon égal au diamètre de la virole et ayant une épaisseur supérieure à celle de cette dernière, supportaient une fatigue moindre, sauf, bien entendu, à leurs raccordements avec le corps cylindrique.

A Tours, les conditions étaient encore meilleures. Le métal du corps cylindrique, de 11 millimètres d'épaisseur, travaillait à l'extension à raison de $5^{kg},7$ par millimètre carré, la pression intérieure étant supposée de 11 kilogrammes; celui des calottes sphériques supportait un effort un peu inférieur au précédent, car ces calottes, qui étaient embouties sous le rayon de $1^m,18$, avaient des

épaisseurs dépassant respectivement de 1 et de 3 millimètres celle du corps cylindrique, dont le diamètre était de 1^{m},13.

Les explosions dont il s'agit ne pouvant être attribuées aux causes que nous venons de passer en revue, on est conduit par élimination à faire intervenir, dans les deux cas, la solidité de l'assemblage des fonds et de la virole. Il convient donc maintenant de décrire le procédé de construction qui a été appliqué aux deux appareils, dans la maison où ils ont été fabriqués l'un et l'autre.

On commence par préparer la virole cylindrique au moyen d'une feuille de tôle unique, soudée suivant une génératrice ; ce genre de travail n'offre aucune difficulté. Pour assembler ensuite l'un des fonds à la virole, on chauffe l'un des bords circulaires de celle-ci, et on l'évase légèrement sur une longueur de 0^{m},10 environ, comptée suivant les génératrices. Puis, le fond étant préalablement embouti et découpé exactement à la dimension de l'orifice élargi de la virole, on l'introduit dans cet orifice et on l'y force (*fig.* 3, Pl. XII). Cela fait, on place le cylindre et le fond dans un feu de forge, de manière à chauffer extérieurement la jonction des deux pièces sur un développement circulaire de 0^{m},10 à 0^{m},15. A l'intérieur, on recouvre cette partie d'un mélange de brique pilée et d'oxyde des battitures, dans le but d'empêcher le refroidissement. Quand la température est suffisamment élevée, on soude en frappant à coups de marteau et en écrasant en quelque sorte le bord de la virole sur la tranche du fond, formant enclume. Cette opération, renouvelée par petites longueurs sur toute la périphérie, supprime l'évasement qui avait été donné à l'extrémité de la virole, et donne au récipient sa forme définitive.

Pour apprécier les résultats obtenus par ce mode de travail, M. l'ingénieur Laurent a fait découper six éprouvettes larges de 30 millimètres dans le fond resté intact

du réservoir à gaz de Tours et dans la partie contiguë de la paroi cylindrique de cet appareil, les faces latérales des éprouvettes étant dirigées perpendiculairement à la ligne circulaire de jonction du fond et de la virole. En attaquant ensuite à l'acide ces faces, préalablement polies, il a rendu visibles les lignes de soudure et les fibres du métal, ainsi que le représentent les *fig.* 4 à 9, Pl. XII. Ces profils montrent que le refoulement du métal dû au martelage donne naissance, à l'intérieur du réservoir, à deux bourrelets situés à la jonction des deux tôles et comprenant entre eux une sorte de rainure. Ils montrent en outre que les lignes de soudure ont une allure sensiblement uniforme, qu'elles font, à l'intérieur, un angle obtus avec la direction des génératrices du cylindre, et qu'elles changent progressivement de direction avant d'atteindre la surface extérieure des tôles. On observe également qu'il existe, en dedans du réservoir, un angle vif rentrant compris entre les deux bourrelets, lequel peut devenir l'amorce d'une déchirure, sous l'influence des efforts s'exerçant sur le fond. Or, la région dans laquelle se trouve cet angle est précisément soumise à une fatigue particulière, résultant des mouvements de soufflet du fond, dont l'amplitude varie avec la pression interne. De plus, à cet endroit, le métal est de moins bonne qualité et plus propice à la propagation de fissures, le soudage y ayant créé une texture à grains fins, en remplacement de la texture à nerfs que l'on trouve ailleurs.

C'est ainsi que, sur plusieurs éprouvettes, on a reconnu l'existence de véritables fentes commençant à s'ouvrir. Parfois, ces fentes se propagent suivant la soudure, mais, parfois aussi, elles se développent en pleine tôle, leur origine étant toujours le sommet de l'angle vif correspondant à la rainure.

En examinant attentivement le fond qui s'est détaché à Tours, on a constaté que la surface suivant laquelle la

déchirure s'est produite se confondait en général avec la surface de la soudure ou s'en rapprochait beaucoup. Souvent elle a commencé à suivre la soudure, pour cheminer ensuite en pleine tôle. Il est à remarquer enfin que ce cheminement n'a eu lieu que dans la tôle du corps cylindrique, c'est-à-dire dans la région où, par suite du mode de travail, le métal avait dû subir la plus grande altération.

Des constatations conformes aux précédentes ont été faites à Lyon. Là aussi, on a observé que le martelage occasionne, au voisinage de l'arête intérieure, un refoulement du métal sur chacune des deux tôles, refoulement qui, représenté par le schéma *fig.* 10, Pl. XII, se traduit par deux bourrelets entre lesquels on aperçoit, même lorsque la soudure est excellente, une rainure étroite, quelquefois remplie plus ou moins d'oxyde qui la dissimule.

On conçoit enfin qu'avec le procédé que nous venons d'indiquer, il puisse se faire que la soudure laisse à désirer vers l'intérieur du réservoir, car le métal est moins chaud de ce côté qu'à l'extérieur, et, de plus, l'ouvrier ne voit pas ce qui s'y passe. Il arrive donc parfois que la soudure ne s'étend pas jusqu'à l'arête intérieure, ou du moins qu'elle n'y existe que d'une façon incomplète.

Dans le récipient de la locomotive sans foyer de Lyon, si la soudure avait été complète, elle aurait eu partout une largeur à peu près égale à l'épaisseur du fond qui s'est détaché, soit 16 millimètres, tandis qu'en réalité, la largeur de la cassure fraîche n'était que d'environ 12 millimètres en moyenne, et descendait même à $9^{mm},7$ à un endroit où elle affectait surtout la tôle de la virole.

Dans des expériences qui ont eu lieu aux ateliers des chemins de fer de l'État à Tours, en présence de M. l'inspecteur général Orsel, nous avons mesuré l'amplitude du

mouvement du soufflet produit, dans le cas d'un réservoir à gaz identique à celui qui a fait explosion, sous l'influence d'une pression hydraulique de 11 kilogrammes. Nous avons trouvé ainsi une flèche de déformation de 3 millimètres du côté du trou d'homme, et de $2^{mm},5$ du côté opposé. Il est clair que ces déformations doivent entraîner une fatigue considérable dans les plis situés à la jonction de la virole cylindrique et des calottes sphériques, et sont de nature à favoriser la production et l'extension de fissures dans cette région particulièrement fatiguée.

A la suite de l'explosion de Lyon, on a déshabillé une locomotive pareille à celle qui avait sauté le 11 janvier 1890. Quand elle a été mise à nu, on a vu sur la surface extérieure de la tôle une fissure de 96 millimètres de long, à l'angle de raccordement du fond antérieur et du corps cylindrique. Ce commencement de déchirure devait évidemment être attribué aux causes indiquées plus haut; il s'était produit manifestement en pleine tôle, c'est-à-dire en dehors de la surface de soudure de la virole et du fond. Si l'on ne s'était pas aperçu de son existence, un second accident serait fatalement survenu à assez brève échéance.

L'exposé qui précède doit-il conduire à condamner l'usage des réservoirs soudés et leur exclusion du matériel à acquérir ultérieurement? Nous ne le pensons pas. En effet, ce n'est pas l'emploi de la soudure qui est à critiquer. Dans les explosions de Lyon et de Tours, elle n'apparaît pas toujours comme une surface de moindre résistance, là où elle a été bien faite, puisque, comme nous l'avons vu, la déchirure l'abandonne souvent pour se continuer en pleine tôle. Nous rappellerons à ce propos que les quatre éprouvettes que M. Dougados a fait découper à cheval sur la génératrice de soudure du récipient de Lyon n'ont pas cédé dans la partie soudée. A la vérité, cela peut provenir de ce que le recouvrement des deux

lèvres de la feuille de tôle taillée en biseau avait occasionné, dans cette partie, une petite augmentation d'épaisseur qui compensait la diminution de résistance du métal; mais on ne saurait, dans de pareilles conditions, proscrire l'emploi des réservoirs soudés. Ce qu'il importe d'éviter, c'est que le soudage donne naissance, par la façon dont il est fait et par la position que la soudure occupe, à une sorte de défaut coïncidant précisément avec la zone la plus fatiguée. C'est en cela que les récipients qui ont fait explosion à Lyon et à Tours étaient imparfaits. Pour obvier à cet inconvénient, on a entrepris de souder les fonds à la virole en arrière des plis raccordant les calottes sphériques à la paroi cylindrique, et suivant des sections transversales de cette paroi. MM. Bonnet, Spazin et Cie, constructeurs à Lyon, ont même imaginé un système de tas à souder qui permet de réaliser cette disposition dans le cas de réservoirs ayant un trou d'homme placé d'une manière quelconque sur un des fonds. Ces fonds deviennent ainsi de véritables fonds de chaudières, présentant au raccordement des deux surfaces le congé nécessaire à une bonne flexibilité.

Tel est le remède à adopter pour l'avenir. Quant aux réservoirs du mode de construction ci-dessus décrit qui sont actuellement en usage, il convient de les consolider. Pour cela, on peut avoir recours à des procédés divers. La Compagnie lyonnaise des tramways et chemins de fer et l'Administration des chemins de fer de l'État ont pris, dans cet ordre d'idées, les mesures nécessaires pour éviter de nouveaux accidents.

En résumé, les explosions de Lyon et de Tours ont certainement été la conséquence d'un vice de construction commun ayant consisté, non pas dans l'emploi du procédé par soudage pour relier les fonds des récipients à leurs parois cylindriques, mais dans le mauvais choix de l'emplacement des soudures et dans leur mode d'exécution.

En effet, avec le système d'assemblage employé, le raccordement des fonds de chaque réservoir avec la virole ne pouvait se faire, comme il l'aurait fallu pour que l'ensemble présentât une flexibilité convenable, par un congé ou une surface-canal de rayon suffisant. Ces pièces étaient au contraire réunies à arêtes vives, atténuées seulement à l'extérieur par l'écrasement du métal lors de l'exécution de la soudure; elles ne présentaient donc que d'une manière très imparfaite l'apparence de congé indiquée par la *fig.* 1, et à plus grande échelle par la *fig:* 11, Pl. XII, extraite des plans d'exécution.

On s'explique que par suite de la rigidité résultant de cette disposition défectueuse, la région des soudures circulaires devait être très fatiguée, grâce aux mouvements de soufflet des fonds, variant avec la pression interne, et qui produisaient dans cette partie un effort de flexion fréquemment renouvelé.

Cet effet était en outre aggravé par les circonstances suivantes :

En premier lieu, les tôles avaient subi, par suite du martelage à chaud, une modification de texture, c'est-à-dire une altération qui en avait rendu le métal plus dur dans la région où, précisément, elles fatiguaient le plus par flexion.

En second lieu, le mode de soudage employé avait produit, à l'intérieur de l'appareil, un refoulement du métal qui avait engendré un bourrelet circulaire sur chacune des deux tôles en contact, et ces bourrelets délimitaient une sorte de rainure à angle vif pénétrant dans l'épaisseur de la paroi, qui se trouvait ainsi notablement réduite dans la partie la plus sujette à rupture.

Enfin, suivant le prolongement de cette rainure, la soudure pouvait être incomplète, malgré les soins apportés à son exécution, puisque les tôles n'étaient chauffées que par conductibilité à l'intérieur du réservoir.

Pour toutes ces raisons, il y avait à la fois, à la jonction de la virole et des fonds, exagération de fatigue et réduction de résistance. De plus, la rainure circulaire dont nous avons expliqué l'origine constituait une véritable amorce de fissure, qui ne demandait qu'à cheminer dans l'épaisseur du métal aigri par le travail du soudage, sous l'influence des mouvements de soufflet des calottes sphériques.

Ainsi s'explique de la manière la plus claire la projection des fonds qui ont cédé à Lyon et à Tours.

Dans les deux cas, une fissure, amorcée comme nous venons de l'indiquer, s'est peu à peu propagée tantôt suivant la soudure elle-même, tantôt en plein métal de la paroi cylindrique, et a fini par déterminer la rupture.

On a en quelque sorte saisi cet effet à Lyon, dans l'une de ses phases intermédiaires, en déshabillant une autre locomotive dont le récipient a laissé voir à l'extérieur, sur un certain développement, une fissure qui, partie du sommet de l'angle vif de la rainure intérieure située dans le pli de raccordement de la virole et de l'un des fonds, s'était peu à peu propagée et avait, en fin de compte, traversé toute la tôle.

De même, sur quatre des six éprouvettes découpées dans le corps cylindrique et le fond resté intact du réservoir de Tours, on a remarqué qu'il s'était déjà formé une amorce de fissure au sommet de l'angle aigu dessiné par les deux bourrelets, suivant la soudure ou en pleine tôle. Les mêmes causes avaient donc commencé à produire des effets analogues.

Ce vice de construction est d'autant plus dangereux que le rapprochement des bourrelets ne permet pas de constater à l'avance, même par un examen attentif, si un commencement de fissure a pris naissance au fond de la rainure, de sorte qu'il est impossible de discerner et de suivre le développement de l'avarie qui peut amener

un accident. En outre, il n'est pas nécessaire qu'un réservoir soit vieux et fatigué pour qu'il succombe de cette manière. Celui de Lyon n'avait fait que 200 jours de service actif et avait été chargé environ 2.000 fois ; celui de Tours fonctionnait depuis moins de quatre ans, et n'avait été mis en chargement que 130 fois environ, à raison de trois fois par mois en moyenne.

Dans son avis relatif à l'explosion de Tours, la commission centrale des machines à vapeur, confirmant celui qu'elle avait précédemment émis relativement à l'explosion de Lyon, a incriminé le système employé pour le soudage de la virole et des fonds, lequel était défectueux pour l'application à l'espèce. Elle a critiqué le mauvais choix de l'emplacement de la soudure et son mode d'exécution. Elle a reconnu que l'Administration des chemins de fer de l'État avait pris les mesures nécessaires pour éviter d'autres accidents du même genre. Enfin, elle a pensé qu'il convenait d'appeler l'attention du public et des intéressés sur le danger des récipients présentant le même vice de construction, en insérant aux *Annales des mines* et aux *Annales des ponts et chaussées* un résumé des enquêtes faites à propos des explosions de Lyon et de Tours et des délibérations prises par la commission à leur sujet. C'est pour donner satisfaction au désir ainsi exprimé que nous avons rédigé la présente note.

BULLETIN.

PRODUCTION DES MINES ET DES USINES MÉTALLURGIQUES DE LA RUSSIE, EN 1890

1° *Substances minérales.*

	tonnes		tonnes
Houille	6.014.802	Minerai de cobalt	15
Pétrole	3.987.574	— d'or	22.791.907
Asphalte	13.738	— de platine	775.333
Minerai de fer	1.795.609	— de soufre	849
— de plomb	29.847	— de mercure	45.715
— de cuivre	135.028	Pyrites de fer	17.146
— de zinc	27.370	Fer chromé	2.370
— d'étain	22	Sel	1.389.961
— de manganèse	182.468		

2° *Métaux.*

	tonnes		tonnes
Fonte	926.454	Étain	13
Fer	433.178	Mercure	292
Acier	378.424		kilog.
Plomb	838	Or	39.361
Cuivre	7.045	Platine	2.834
Zinc	6.914	Argent	14.562

(*Extrait de la* Statistique officielle de la Russie.)

PRODUCTION DES MINES ET DES USINES MÉTALLURGIQUES DE LA SUÈDE, EN 1891.

1° *Substances minérales.*

	tonnes		tonnes
Houille	347.000	Minerai d'or	2.700
Minerai de fer	987.000	— de nichel	480
— de plomb	15.000	— de cobalt	244
— de cuivre	21.900	Pyrites de fer	1.700
— de zinc	62.000	Soufre	23
— de manganèse	9.100	Graphite	17

2° Métaux.

	tonnes		tonnes
Fonte	491.000	Cobalt	6
Fer	353 000	Nickel	12
Acier	173.000		kilog.
Cuivre	660	Or	110
Plomb	300	Argent	5.748

(*Extrait de la* Sveriges officiela Statistik.)

PRODUCTION DES MINES ET DES USINES MÉTALLURGIQUES DE LA NORWÈGE EN 1889 ET 1890.

	1889			1890		
	Production	Valeur	Prix moyen	Production	Valeur	Prix moyen
1° Substances minérales.						
	tonnes	francs	fr. c.	tonnes	francs	fr. c.
Minerai de fer	800	7.784	9,73	1 300	12.510	9,62
— de cuivre	16.614	802.308	48,29	18.769	998.020	53,17
— de zinc et plomb	3.278	159.016	48,51	3 941	190.430	48,32
— de cobalt	152	76.450	503,00	213	104.250	489,43
— de nickel	7.099	246.030	34,65	8.181	258.540	31,60
— d'argent	1.636	915.315	559,48	1.311	863.190	658,42
Pyrites (fer et cuivre)	59.051	1.351.080	22,88	58.669	1.403.900	23,93
2° Métaux.						
Fonte	287	19.182	66,83	517	35.862	69,36
Fer et acier	537	161.240	300,00	691	205.720	297,71
Cuivre	435	542 100	1.246,20	466	646.350	1.387,00
Nickel	68,5	269.660	3.936,64	70,5	243 250	3.450,00
Cobalt	3,7	52.820	14.275,67	2,6	37.530	14.434,60
Arsenic	2,5	1.112	444,80	»	»	»
	kilog.			kilog.		
Argent	5.347	810.950	157,27	5.082	865.414	170,29

(*Extrait de la* Norges officielle Statistik.)

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Arrêté interministériel, du 15 février 1893 (*), relatif à la fabrication de la dynamite.

Les ministres du commerce, de l'industrie et des colonies, de la guerre et des finances,

Vu la loi du 8 mars 1875 et le décret du 24 août suivant, sur la dynamite (**) ;

Vu les décrets des 24 février 1876 et 12 mai 1877, autorisant les fabriques de dynamite de Paulilles ; les décrets des 25 septembre 1876 et 18 septembre 1884, autorisant la fabrique de dynamite d'Ablon, et le décret du 22 mars 1887, autorisant la fabrique de dynamite de Cugny ;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures;

Arrêtent :

Art. 1er. — Les fabricants de dynamite ne pourront, sans l'autorisation du ministre du commerce, de l'industrie et des colonies, modifier la nature ou le dosage des matières entrant dans la composition de leurs produits.

Art. 2. — La demande adressée au ministère du commerce, de l'industrie et des colonies devra comprendre l'indication précise des procédés de fabrication.

Un échantillon des types nouveaux de dynamite sera, en outre, remis à l'agent des poudres et salpêtres chargé de la surveillance de l'usine.

(*) Non inséré à sa date.

(**) Volume de 1875, p. 117 et 145.

Art. 3. — Le ministre du commerce, de l'industrie et des colonies statuera après avis du ministre de la guerre et du ministre des finances.

Paris, le 15 février 1893.

Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,
Jules SIEGFRIED.

Le Ministre de la guerre,
Gal LOISILLON.

Le Ministre des finances,
P. TIRARD.

Décret du Président de la République, du 8 mars 1893, nommant un membre de la commission supérieure du travail dans l'industrie.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,

Vu la loi du 2 novembre 1892 (*) ;

Vu le décret du 15 novembre 1892 (**), nommant les membres de la commission supérieure du travail dans l'industrie pour une période de quatre ans;

Décrète :

Art. 1er. — M. Bousquet, conseiller d'État, est nommé membre de la commission supérieure du travail dans l'industrie, en remplacement de M. Rousseau, conseiller d'État, démissionnaire.

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie et des colonies est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 8 mars 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,
Jules SIEGFRIED.

(*) Volume de 1892, p. 329.
(**) Volume de 1892, p. 339.

Décret du Président de la République, du 11 mars 1893, autorisant la Société anonyme des mines d'Albi à établir un dépôt de dynamite de 1re catégorie sur le territoire de la commune de SAINT-SERNIN-LÈS-MAILHOC (Tarn).

Décret du Président de la République française, du 17 mars 1893, portant rejet de la demande de M. MANESCAU, *en concession de mines de cuivre et autres métaux connexes dans la commune d'*ACCOUS (Basses-Pyrénées).

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

BATEAUX À VAPEUR NAVIGUANT SUR MER. — RÉORGANISATION DES COMMISSIONS DE SURVEILLANCE PAR APPLICATION DU DÉCRET DU 1er FÉVRIER 1893.

A M. le Préfet du département d .

Paris, le 15 mars 1893.

Monsieur le Préfet, l'article 35 du décret du 1er février 1893 (*), portant règlement d'administration publique pour les appareils à vapeur des bateaux qui naviguent dans les eaux maritimes, et rapportant l'ordonnance royale du 17 janvier 1846, est ainsi conçu :

« *Art.* 35. — Dans chaque port fréquenté par des bateaux à vapeur, le ministre des travaux publics institue une commission de surveillance dont il nomme les membres sur les propositions que le préfet lui adresse, après avoir pris l'avis de l'ingénieur en chef du port.

« Cette commission est présidée par l'ingénieur en chef du port; ses membres sont choisis parmi les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, les officiers de marine, les officiers du génie maritime, les officiers mécaniciens de la flotte, les commissaires de l'inscription maritime, les officiers ou maîtres de port et autres personnes recommandées par leur compétence.

« Les ingénieurs des ponts et chaussées chargés du service du port, le directeur des mouvements du port, le commissaire ou le préposé à l'inscription maritime, l'un des officiers ou maîtres

---

(*) Voir *suprà*, p 21.

de port, ainsi qu'un ingénieur des mines et un officier du génie maritime, s'il en est qui résident dans le port, font nécessairement partie de la commission. Les fonctions de secrétaire sont remplies par l'ingénieur ordinaire chargé de l'exploitation du port.

« Dans chaque commission, le président a voix prépondérante en cas de partage.

« Le ministre des travaux publics peut, lorsqu'il le juge nécessaire, adjoindre à la commission de surveillance un ou plusieurs agents rétribués, chargés de l'assister dans ses travaux.

« Il peut étendre la surveillance d'une commission, en dehors du port où elle est instituée, sur une étendue de côte ou de rivière déterminée. »

L'application de cet article comporte la réorganisation de toutes les commissions de surveillance existantes, d'une part au point de vue des limites de leur ressort territorial, d'autre part au point de vue de leur composition.

Vous voudrez bien, monsieur le Préfet, inviter M. l'ingénieur en chef du service maritime de votre département, à vous remettre ses propositions au sujet de cette réorganisation, et vous me les adresserez aussitôt avec votre avis.

Provisoirement, les commissions de surveillance actuelles continueront de fonctionner; toutefois l'ingénieur en chef de chaque service maritime prendra immédiatement la présidence des diverses commissions existant dans sa circonscription ; et l'ingénieur ordinaire chargé du service de l'exploitation dans le port où siège une commission, exercera les fonctions de secrétaire de cette commission dès la réception de la présente circulaire.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

BATEAUX À VAPEUR NAVIGUANT SUR MER. — RÉORGANISATION DES COMMISSIONS DE SURVEILLANCE.

A M. le Préfet du département d .

Paris, le 30 mars 1893.

Monsieur le Préfet, suivant les instructions contenues dans ma circulaire du 15 mars courant (*), vous avez à provoquer et à me transmettre, avec votre avis, les propositions de l'ingénieur en chef du service maritime de votre département relatives à la réorganisation des commissions de surveillance des bateaux à vapeur naviguant dans les eaux maritimes.

A ces propositions devra être jointe l'indication de la composition actuelle des commissions.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Conseiller d'État, Directeur des routes, de la navigation et des mines,

F. GUILLAIN.

(*) Voir *suprà*, p. 68.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décret du 15 *novembre* 1892. — M. **Toqué**, Ingénieur ordinaire de 2[e] classe, est autorisé à substituer à son nom patronymique celui de **Focqué** et à s'appeler légalement à l'avenir **Focqué** au lieu de **Toqué**.

Arrêté du 6 *mars* 1893. — Le département du Lot est distrait du sous-arrondissement minéralogique de Rodez et rattaché au sous-arrondissement minéralogique d'Albi.

Arrêté du 15 *mars*. — Une commission spéciale composée d'un Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées ou des Mines, Président, d'un Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées ou des Mines et d'un Mécanicien de la Marine, est instituée pour l'examen des candidats au brevet de Mécanicien de 1[re] ou de 2[e] classe à bord des bateaux à vapeur naviguant dans les eaux maritimes.

Cette commission est constituée comme il suit :

MM. **Le Chatelier** (Louis), Ingénieur en Chef de 2[e] classe des Ponts et Chaussées, Président.
Magueur, Mécanicien en Chef de la Marine.
Bellom (Maurice), Ingénieur ordinaire de 3[e] classe des Mines.

Arrêté du 18 *mars*. — M. **Potier**, Ingénieur en Chef de 1[re] classe à Paris, est nommé Professeur du cours d'Électricité industrielle à l'École nationale supérieure des Mines.

Arrêté du 18 *mars* 1893. — **M. Blondel**, Ingénieur ordinaire de 2e classe des Ponts et Chaussées, attaché au service central des Phares et balises, est chargé de faire en 1893, à l'École nationale supérieure des Mines, six conférences sur les applications industrielles de l'électricité.

II. — Contrôleurs des mines.

NOMINATION.

3 *mars* 1893. — **M. Fouré** (Paul), Commis des Ponts et Chaussées, admissible au Concours de 1892, n° 5, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département du Pas-de-Calais, à la résidence d'Arras, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Arras et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Nord.

29 *mars*. — **M. Larmanou** (Paul), Commis des Ponts et Chaussées, admissible au Concours de 1892, n° 4, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département de la Vendée, à la résidence de la Roche-sur-Yon, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Angers et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'État.

DÉCÈS.

	Date du décès.
M. **Métivet** (Ambroise), Contrôleur de 2e classe, Seine, services de surveillance des appareils à vapeur et du Contrôle de l'exploitation technique des tramways	15 mars 1893

RETRAITE.

M. **Vivien** (Justin), Contrôleur principal, Loire-Inférieure, services du sous-arrondissement

Date d'exécution.

minéralogique de Nantes et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de l'État et d'Orléans. . . . . 1er avril 1893

DÉCISIONS DIVERSES.

25 *février* 1893. — M. **Croisille** (Henri), Contrôleur de 2e classe, attaché, dans le département de Meurthe-et-Moselle, à la résidence de Nancy, au service du sous-arrondissement minéralogique de Nancy, passe à la résidence de Longwy, même service.

29 *mars*. — M. **Radigois** (Léon), Contrôleur de 1re classe, attaché, dans le département de la Vendée, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Angers et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de l'État, passe dans le département de la Loire-Inférieure à la résidence de Nantes, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Nantes et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'État et d'Orléans.

III. — Commis des mines.

AVANCEMENT.

20 *mars* 1893. — M. **Houlette** (Albert), Commis stagiaire, attaché, dans le département du Gard, au service de l'arrondissement minéralogique d'Alais, est nommé Commis de 4e classe, au même service.

CONGÉ.

29 *mars* 1893. — Un congé d'un an, sans traitement, pour affaires personnelles, est accordé à M. **Mathieu** (Justin), Commis de 4e classe, attaché au service de surveillance des appareils à vapeur du département de la Seine.

DÉCISIONS DIVERSES.

1er *mars* 1893. — **M. Lixon** (Jules), Commis de 4e classe, attaché, dans le département du Nord, au service du sous-arrondissement minéralogique de Valenciennes, est nommé Commis de 4e classe des Ponts et Chaussées.

ERRATUM AU VOLUME DE 1892.

Page 294. *Au lieu de :* Arrêt rendu, le 6 avril 1892, ... par la cour de cassation.

Lire : Arrêt rendu, le 6 *août* 1892, ...

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

ÉTAT GÉNÉRAL DU PERSONNEL DES MINES

AU 1er AVRIL 1893.

M. VIETTE

DÉPUTÉ, MINISTRE.

BUREAUX DE L'ADMINISTRATION CENTRALE.

DIRECTION DU PERSONNEL ET DE LA COMPTABILITÉ.

M. GAY (C ✱) (✪ I) (✯ M A), conseiller d'État, Inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la Direction.
M. BIZÉ (O ✱, ✪ I), chef de division.
M. MICHELOT ✱ (✪ A), chef de bureau.
M. PLUYETTE ✱ (✪ A), *idem.*
M. LESAGE (Philippe) ✱, *idem.*
M. DREUX ✱, *idem.*
M. NOBÉCOURT ✱, *idem.*

DIRECTION DES ROUTES, DE LA NAVIGATION ET DES MINES.

M. GUILLAIN (O ✻), *inspecteur général des ponts et chaussées, conseiller d'État*, directeur.

DIVISION DES MINES.

M. CHAHUET ✻, chef de division.

1er BUREAU. — MINES.

Recherches et concessions de mines. — Surveillance des mines minières, tourbières, carrières. — Canaux, galeries d'écoulement et de circulation. — Contrôle de la construction et de l'exploitation des chemins de fer miniers et contrôle de l'exploitation des chemins de fer industriels. — Recherche, captage, aménagement et conservation des sources minérales. — Cartes géologiques et agronomiques. - Laboratoires de chimie pour l'analyse des substances minérales et des engrais industriels. — Examen des inventions se rapportant à l'industrie minérale et métallurgique. — Redevances sur les mines. — Topographies souterraines. — Machines et appareils à vapeur. — Surveillance de la navigation maritime et fluviale à vapeur. — Annales des mines.

M. BAELEN ✻, chef de bureau.

M. DE LANCELIN, sous-chef de bureau.

2e BUREAU. — STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE ET DES APPAREILS A VAPEUR.

Réunion et coordination des documents statistiques et économiques sur les mines, minières, carrières et tourbières; sur les salines; sur le personnel ouvrier des mines et des carrières; sur les accidents arrivés dans les mines et autres exploitations minérales; sur les sources d'eau minérale autorisées; sur les usines à fer et les autres usines métallurgiques; sur les huiles minérales et les asphaltes; sur les machines à vapeur fixes ou locomobiles, les locomotives et les bateaux à vapeur; sur les accidents dus à l'emploi de la vapeur. — Substances minérales et métallurgiques : importations et exportations, consommation. — Renseignements sur l'industrie minière des colonies; extraits des statistiques minérales étrangères. — Publication des statistiques annuelles et semestrielles : préparation et publication de cartes et tableaux graphiques concernant l'industrie minérale et les appareils à vapeur.

M. SOL ✻, chef de bureau.

M. LESAGE (Magloire), sous-chef de bureau.

DIRECTION DES CHEMINS DE FER.

M. METZGER (O ✻) (🙰 A), *ingénieur en chef des ponts et chaussées*, directeur.

3e DIVISION. — EXPLOITATION.

M. MOULLÉ ✻ (🙰 A), chef de division.

M. DUMAY ✻, chef de bureau.

M. GUICHARD ✻ (🙰 A), chef de bureau.

M. DESCUBES-DESGUERAINES ✻ (🙰 I), chef de bureau.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

LE MINISTRE, *président*.

Le conseiller d'Etat, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé de la direction du personnel et de la comptabilité et le conseiller d'État, directeur des routes, de la navigation et des mines sont membres permanents du conseil général des mines.

Le directeur des chemins de fer siège dans le conseil général des mines, avec voix délibérative, pour les affaires concernant le service des chemins de fer.

MM.

LINDER (C ✻) (🙰 I), inspecteur général de 1re classe, *vice-président*.

CASTEL (O ✻), HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O✻)(🙰I), ORSEL (O ✻), — inspecteurs généraux de 1re classe.

MALLARD (O ✻), LORIEUX (O ✻), MASSIEU (O ✻) (🙰 I), LAUR (O ✻), VILLOT ✻, PESLIN ✻ (🙰 A), — inspecteurs généraux de 2e classe.

ZEILLER ✻, ingénieur en chef de 1re classe, *secrétaire*.

Secrétariat du Conseil.

MM. ZEILLER ✻, ingénieur en chef de 1re classe, *secrétaire*.

BELLOM (Maurice), ingénieur ordinaire de 3e classe, *attaché au secrétariat.*

Bureau du secrétariat.

M. CONDAMIN ✻ (🙰 A), chef de bureau.

COMITÉ CONSULTATIF DES CHEMINS DE FER

Le comité consultatif des chemins de fer est présidé par le ministre des travaux publics.

En l'absence du ministre, le comité est présidé par le vice-président.

Le directeur général des douanes, le directeur du personnel et de la comptabilité, le directeur des routes, de la navigation et des mines, le directeur des chemins de fer au Ministère des travaux publics et le directeur des chemins de fer de l'Etat sont membres de droit du comité.

Les inspecteurs généraux chargés de la direction des services de contrôle de l'exploitation des chemins de fer ont entrée dans le comité avec voix délibérative pour les affaires de leur service, et voix consultative pour les autres affaires.

L'un des ingénieurs des ponts et chaussées ou des mines, attachés à la direction des chemins de fer (M. Fumey, ingénieur des mines), a entrée au comité avec voix consultative.

Autres membres du comité :

MM.

PICARD, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, du Conseil d'État, *vice-président.*

DIETZ-MONNIN, sénateur.

HUGUET, sénateur.

REYMOND, sénateur.

WADDINGTON (Richard), sénateur.

AYNARD, député.

COCHERY (Georges), député.

DÉANDRÉIS, député.

FAURE (Félix), député.

OBISSIER SAINT-MARTIN, député.

PELLETAN (Camille), député.

PEYTRAL, député.

PRÉVET, député.

BOUSQUET, conseiller d'État, membre de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie.

CHAUCHAT, conseiller d'État, *idem.*

COTELLE, *idem.* *idem.*

HERBETTE, *idem.* *idem.*

ROUSSEAU, inspecteur général des ponts et chaussées, conseiller d'État, membre de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie.

WAŸ, membre de la chambre de commerce de Paris.

N. . ., *idem.*

N. . ., *idem.*

N. . ., président du tribunal de commerce de la Seine.

LE BLANT, inspecteur général des finances.

GEORGE, président de chambre à la cour des comptes.

NICOLAS, conseiller d'État, directeur du commerce intérieur au ministère du commerce, de l'industrie et des colonies.

DISLÈRE, conseiller d'État, ancien directeur au ministère du commerce, de l'industrie et des colonies.

BARON, directeur de l'exploitation électrique à la direction générale des postes et télégraphes.

TISSERAND, conseiller d'État, directeur de l'agriculture au ministère de l'agriculture.

DAUBRÉE, directeur des forêts au ministère de l'agriculture.

RENOUARD, général de brigade, sous-chef d'état-major général de l'armée.

CHARMES (Xavier), directeur du secrétariat au ministère de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes.

De la Tournerie, inspecteur général des ponts et chaussées.

Menche de Loisne, *idem.*

Stœcklin, *idem.*

Lamé Fleury, conseiller d'État, inspecteur général des mines.

Marmottan, président du conseil d'administration des mines de Bruay.

Griolet, administrateur de la compagnie du chemin de fer du Nord.

Gottschalk, ingénieur civil.

Level (Émile), *idem.*

Camus, président de la chambre syndicale des transports.

Dodé (Victor), président de la chambre syndicale des facteurs aux halles centrales.

Ducret (Léon), président de la chambre syndicale des industries diverses.

Peghoux (Ad.), administrateur de la compagnie des canaux maritimes, vice-président de la société de géographie commerciale.

Villard, ingénieur, administrateur de compagnies agricoles de desséchements et de colmatages, président honoraire de la chambre consultative d'associations ouvrières de production.

Weiller (Lazare), industriel.

Guillotin, entrepreneur de travaux publics.

Pérocheau, ouvrier ajusteur dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, membre de l'Association fraternelle des employés de chemins de fer.

Colson, ingénieur des ponts et chaussées, maître des requêtes au conseil d'Etat, *secrétaire.*

Auburtin, maître des requêtes au conseil d'État, *secrétaire-adjoint.*

Meyer, auditeur au conseil d'État, } *Rapporteurs-adjoints.*
Clos, *idem.*
Chardon, *idem.*

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

Linder, inspecteur général des mines, *président.*

Castel, inspecteur général des mines.

Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, directeur de l'école nationale supérieure des mines.

Ricour, inspecteur général des ponts et chaussées.

Lorieux, inspecteur général des mines.

Villot, *idem.*

Vicaire, ingénieur en chef des mines, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Hirsch, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'école nationale des ponts et chaussées.

Lévy (Michel), ingénieur en chef des mines.

Clérault, ingénieur en chef des mines.

Clément, directeur des constructions navales, adjoint à l'Inspection générale du génie maritime.

Debize, ingénieur en chef du service central des manufactures de l'Etat.

Farcot, constructeur de machines à vapeur.

Mayer, ingénieur en chef conseil de la compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Liébaut, président honoraire de la chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers, fondeurs.

Polonceau, ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer d'Orléans.

Delaunay-Belleville, ingénieur-constructeur.

Périssé, ingénieur civil.

Wickersheimer, ingénieur en chef des mines, *rapporteur*.

Walckenaër, ingénieur des mines, *secrétaire*.

Soyez (V.), contrôleur principal des mines, *attaché au secrétariat*.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Le directeur du personnel et de la comptabilité et le directeur des routes, de la navigation et des mines font partie de la Commission.

Autres membres de la commission :

MM.

Linder, inspecteur général des mines, *président*.

Les autres membres du conseil général des mines.

Résal, inspecteur général, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Cheysson, inspecteur général des ponts et chaussées, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Keller, ingénieur en chef, secrétaire de la commission de statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur.

Vicaire, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Ledoux, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Carnot, ingénieur en chef, inspecteur de l'école nationale supér. des mines.

Aguillon, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Douvillé, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Bertrand, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.

Le Chatelier, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Lodin, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Sauvage, ingénieur ordinaire, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

De Launay, ingénieur ordinaire, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Zeiller, ingénieur en chef, *secrétaire.*

COMITÉ DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE DES CHEMINS DE FER.

Le comité est présidé par le Ministre des travaux publics.

Le directeur des chemins de fer et les inspecteurs généraux des ponts et chaussées ou des mines, chargés de la direction des services de contrôle de l'exploitation des chemins de fer, sont membres de droit du comité.

Les inspecteurs généraux, chargés de la direction des services de contrôle d'exploitation des chemins de fer peuvent, en cas d'absence ou d'empêchement, être suppléés par l'un des ingénieurs en chef placés sous leurs ordres, qui aura alors entrée au comité avec voix délibérative pour les affaires de son service.

Autres membres du comité :

MM.

Orsel, inspecteur général des mines, *vice-président.*

Linder, inspecteur général des mines.

Lorieux, inspecteur général des mines.

Vicaire, ingénieur en chef des mines, professeur du cours de chemins de fer à l'école nationale supérieure des mines.

Menche de Loisne, inspecteur général des ponts et chaussées.

Collignon, inspecteur général des ponts et chaussées.

Bricka, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur du cours de chemins de fer à l'école nationale des ponts et chaussées.

Gonse, colonel d'artillerie, chef du 4e bureau de l'état-major général au ministère de la guerre.

Matrot, ingénieur en chef des mines, directeur des chemins de fer de l'Etat.

Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, membre de l'Institut.

Léauté, membre de l'Institut.

Cuvinot, sénateur, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite.

Reymond, sénateur, ancien président de la Société des ingénieurs civils.

Caël, inspecteur général des télégraphes.

Gottschalk, ingénieur civil.

Pontzen, *idem.*

MM. Vicaire remplit les fonctions de *secrétaire.*

Pérouse, ingénieur en chef des ponts et chaussées, *secrétaire-adjoint.*

Sont autorisés à assister aux séances du comité en qualité d'auditeurs :

MM.

Violette de Noircarme, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adjoint à la direction des chemins de fer.

Debray, ingénieur des ponts et chaussées, secrétaire général de la commission de la méthode d'essai des matériaux de construction.

Fumey, ingénieur des mines, attaché au cabinet du directeur des chemins de fer.

COMMISSION SPÉCIALE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE ET DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE.

Le directeur des routes, de la navigation et des mines fait partie de la Commission. Le directeur du service de la carte géologique détaillée assiste aux séances de la commission, avec voix consultative.

MM.

Linder, inspecteur général des mines, *président.*

Daubrée, inspecteur général des mines en retraite, membre de l'Institut.

Castel, inspecteur général des mines.

Massieu, *idem.*

Fouqué, membre de l'Institut, professeur d'histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France.

Gaudry, membre de l'Institut, professeur de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle.

Mallard, inspecteur général des mines, professeur de minéralogie à l'école nationale supérieure des mines.

Carnot, ingénieur en chef, inspecteur de l'école nationale supérieure des mines.

Nivoit, ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie et de géologie à l'école nationale des ponts et chaussées.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

N. . .

Gosselet, correspondant de l'Institut, professeur de géologie à la faculté des sciences de Lille.

Munier-Chalmas, professeur de géologie à la faculté des sciences de Paris.

De Launay, ingénieur ordinaire des mines, *secrétaire.*

COMMISSION DU GRISOU.

MM.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, inspecteur général des mines, membre de l'Institut, *président*.

MALLARD, inspecteur général des mines, membre de l'Institut.

LORIEUX, inspecteur général des mines.

SARRAU, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, membre de l'Institut.

CARNOT, ingénieur en chef des mines.

AGUILLON, *idem*.

LEDOUX, *idem*.

LE CHATELIER, *idem*.

CHESNEAU, ingénieur des mines, *secrétaire*.

COMMISSION CHARGÉE D'EXAMINER ET DE COORDONNER LES RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES SUR L'INDUSTRIE MINÉRALE ET LES APPAREILS A VAPEUR.

MM.

LORIEUX, inspecteur général des mines, *président*.

CHAHUET, chef de la division des mines.

KELLER, ingénieur en chef des mines, *secrétaire*.

ZEILLER, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.

SOL, chef de bureau, *secrétaire-adjoint*.

COMMISSION DES FORMULES.

MM.

LINDER, inspecteur général des mines, vice-président du conseil général des mines, *président*.

LORIEUX, inspecteur général des mines.

VILLOT, *idem*.

AGUILLON, ingénieur en chef des mines, *secrétaire*.

OLRY, *idem*. *secrétaire-adjoint*.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX ET INSPECTIONS.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

MM.

LAMÉ FLEURY (O ✱), *Conseiller d'État*, rue de Verneuil, 62.

de FREYCINET (O ✱), *Sénateur*, rue de la Faisanderie, 77.

LINDER (C ✱) (✪ I), rue du Luxembourg, 38.

CASTEL (O ✱) (*inspection du Sud-Est*), boulevard Raspail, 144.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O ✱) (✪ I), *Directeur de l'École nationale supérieure des Mnes*, boulevard Saint-Michel, 60.

MOUTARD (O ✱), *Professeur à l'École nationale supérieure des Mines*, rue du Val-de-Grâce, 9.

ORSEL (O ✱), *Directeur du contrôle de l'exploitation des chemins de fer de l'État*, boulevard Saint-Germain, 215 *bis*.

RÉSAL (O ✱) (✪ I), *Professeur à l'École nationale supérieure des Mines*, rue Saint-André-des-Arts, 58.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

MM.

MALLARD (O ✱) (*inspection du Nord-Est, professeur à l'École nationale supérieure des Mines*), rue de Médicis, 11.

LORIEUX (O ✱) (*inspection du Nord-Ouest*), rue Galilée, 45.

MASSIEU (O ✱) (✪ I), *Directeur du contrôle de l'exploitation des chemins de fer de l'Est*, avenue d'Antin, 18.

LAUR (O ✱) (*inspection du Centre*), rue de Varennes, 28.

VILLOT ✱ (*inspection du Sud-Ouest*), rue de l'Odéon, 11.

PESLIN ✱ (✪ A) (*inspection du Sud*), avenue Marceau, 21.

INSPECTIONS GÉNÉRALES.

INSPECTION DU NORD-OUEST.

M. Lorieux (O ✻), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Aisne. — Calvados. — Côtes-du-Nord. — Eure. — Eure-et-Loir. — Finistère. — Ille-et-Vilaine. — Loire-Inférieure. — Loiret. — Manche. — Mayenne. — Morbihan. — Nord. — Oise. — Orne. — Pas-de-Calais. — Sarthe. — Seine. — Seine-et-Marne. — Seine-et-Oise. — Seine-Inférieure. — Somme.

INSPECTION DU NORD-EST.

M. Mallard (O ✻), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Ain. — Ardennes. — Aube. — Côte-d'Or. — Doubs. — Jura. — Marne. — Haute-Marne. — Meurthe-et-Moselle. — Meuse. — Haut-Rhin (partie française). — Saône-et-Loire. — Haute-Saône. — Vosges. — Yonne.

INSPECTION DU CENTRE.

M. Laur (O ✻), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Allier. — Cantal. — Cher. — Corrèze. — Creuse. — Indre. — Indre-et-Loire. — Loir-et-Cher. — Loire. — Haute-Loire. — — Maine-et-Loire. — Nièvre. — Puy-de-Dôme. — Rhône. — Deux-Sèvres. — Vendée. — Vienne. — Haute-Vienne.

INSPECTION DU SUD-EST.

M. Castel (O ✻), **Inspecteur général de 1re classe.**

Service ordinaire des départements : Hautes-Alpes. — Ardèche. — Drôme. — Gard. — Isère. — Lozère. — Savoie. — Haute-Savoie.

INSPECTION DU SUD-OUEST.

M. Villot ✻, **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Ariége. — Aude. — Aveyron. — Charente. Charente-Inférieure. — Dordogne. — Haute-Garonne. — Gers. — Gironde. — Hérault. — Landes. — Lot. — Lot-et-Garonne. — Basses-Pyrénées. — Hautes-Pyrénées. — Pyrénées-Orientales. — Tarn. — Tarn-et-Garonne.

INSPECTION DU SUD.

M. Peslin ✻ (🙤 A), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Basses-Alpes. — Alpes-Maritimes. — Bouches-du-Rhône. — Corse. — Var. — Vaucluse. — Algérie.

SERVICE ORDINAIRE
DANS LES DÉPARTEMENTS.

DIVISION DU NORD-OUEST.

ARRONDISSEMENT DE PARIS.

M. Keller ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Paris.

Sous-arrondissement de Paris.

Dép. — Seine.

MM. Humbert (Georges), Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

Fagot, contrôleur de 1re cl.

Service actif :

Bruant, contrôleur de 1re cl. . . *Paris.*
Poudruel, id. 1re cl. . . *id.*
Vallet, contrôleur de 2e cl. . . *Paris.*

Sous-arrondissement de Versailles.

Dép. — Eure-et-Loir, Loiret, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise.

MM. Janet (✪ A), Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

Labeyrie ✻, contrôleur ppal.

Service actif :

Cuvillier, contrôleur de 1re cl. *Versailles.*
Goëb (J.), id. 2e cl. *Paris.*
Hamon, id. 2e cl. *Orléans.*
Pluyette, contrôleur de 2e cl. . *Paris.*
Coste, id. 3e cl. . *Meaux.*

ARRONDISSEMENT DE DOUAI.

M. Küss ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Douai.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Bourgin, commis de 2e cl.

Sous-arrondissement de Lille.

Dép. — Nord. (Arr. administratifs de Lille, Hazebrouck, Dunkerque). — Concessions houillères de l'Escarpelle, d'Aniche et d'Azincourt (arr. administratif de Douai). — Pas-de-Calais, concession houillère de Courcelles (arr. administratif de Béthune).

MM. Chapuy, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Lille.

1re *subdiv. de Lille.* Lefèvre, contrôleur ppal.
2e *id.* Potaux, id. 2e cl.
3e *subdiv. de Lille.* Lemoine, contrôleur 4e cl.
4e *id.* Gilotaux, id. 4e cl.

Sous-arrondissement de Valenciennes.

Dép. — Nord. (Arr. administratifs de Valenciennes, Cambrai, Avesnes, Douai, moins les concessions houillères de l'Escarpelle, d'Aniche et d'Azincourt). — Aisne.

MM. Aubert, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Valenciennes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

N..., commis.

Subdiv. de Douai. .	Poteau, contrôleur 2e cl.	*1re subd. de Valenciennes.*	Lafont, contr. ppal.
id. de Laon . .	Moreau, id. 2e cl.	*2e id. id.*	Lenglet, id. 4e cl.

ARRONDISSEMENT D'ARRAS.

M. Duporcq ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Arras.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Loir, commis de 4e classe.

Sous-arrondissement d'Arras.

Dép. — Pas-de-Calais. (Arr. administratifs d'Arras, Saint-Pol et Boulogne-sur-Mer. — Mines de houille de Dourges, Courrières, Lens, Douvrin, Meurchin, Carvin, Ostricourt, Drocourt (arr. administratif de Béthune).

MM. Weiss, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Arras.

1re subd. d'Arras.	Fouré, contrôleur 4e cl.	*3e subd. d'Arras.*	Décatoire, contrôleur 4e cl.
2e id.	Cossange, id. 4e cl.		

Sous-arrondissement de Béthune.

Dép. — Pas-de-Calais (Arr. administratifs de St-Omer et Béthune, moins les mines de houille de Dourges, Courrières, Lens, Douvrin, Meurchin, Carvin, Ostricourt, Courcelles, Drocourt).

M. Fèvre, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Arras.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Petit, Expéditionnaire.

Subdiv. d'Arras.	MM. Drouot, contrôleur 3e cl.	*Subd. de Béthune.*	Masson, contrôleur, 3e cl.
	Roux, id. 4e cl.		

Sous-arrondissement d'Amiens.

Dép. — Oise, Pas-de-Calais (Arr. administratif de Montreuil), Somme.

MM. Badoureau ✻ (✿ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Amiens.

Subdiv. d'Amiens.	Goëb (D.), contr. 2e cl.	*Subdiv. de Beauvais.*	Gosse, contrôleur 3e cl.

ARRONDISSEMENT DE ROUEN.

M. de Genouillac ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Rouen.

Sous-arrondissement de Rouen.

Dép. — Eure, Seine-Inférieure.

MM. Boell, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Rouen.

Subd. d'Evreux. . .	Girod, contrôleur 2e cl.	*1re et 2e subd. de Rouen*	Flandrin, contrôleur 3e cl.
id. du Havre. . .	Revel, id. 1re cl.		Dionot, id. 4e cl.

Sous-arrondissement de Caen.

Dép. — Calvados, Manche, Orne.

MM. Lecornu ✻ (✪ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Caen.

Subdiv. de Caen. Scheffler, contrôleur 1re cl. | *Subdiv. de Flers* . . . Yvart, contrôleur ppal

---

ARRONDISSEMENT DU MANS.

M. Perrin ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe, au Mans.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Peltier, commis de 4e cl.

Sous-arrondissement du Mans.

Dép. — Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine, Mayenne, Sarthe.

MM. Bernheim, Ingénieur ordinaire de 3e classe, au Mans.

Subd. de Laval. Corriol, contr. 1re cl., *au Mans* (provt).
id. du Mans. Fourmond, contr. 2e cl.
1re *Subd. de Rennes.* Cadieu, contrôleur ppal.
2e *id.* Chevreul, id. 3e cl.

Sous-arrondissement de Nantes.

Dép. — Finistère, Loire-Inférieure, Morbihan.

MM. Bochet (Adolphe), Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Nantes.

1re *Subd. de Nantes.* Radigois, contr. 1re cl.
2e *id.* Lambert (✪ A) id. 4e cl.
3e *Subd. de Nantes.* Bosdecher (✻MA), contr. 1re cl.
Subdiv. de Brest. . Bolo, id. 3e cl.

DIVISION DU NORD-EST.

ARRONDISSEMENT DE NANCY.

M. Langlois ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Nancy.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Ganier, commis 4e cl.

Sous-arrondissement de Nancy.

Dép. — Meurthe-et-Moselle, Vosges.

MM. Cousin, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Nancy.

Subdiv. d'Epinal. . Pierrat, contrôleur 1re cl.
id. de Longwy. Croisille, id. 2e cl.
1re et 2e *Subdiv. de Nancy* . . . . . . Pierron, contrôl. 1re cl. / Granddidier, id. 4e cl.

Sous-arrondissement de Reims.

Dép. — Ardennes, Aube, Marne, Meuse.

MM. Henriot ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Reims.

Subdiv. de Reims. . . Vaillant, contrôl. 2e cl.
id. d'Epernay. . Labeyrie (A.), id. ppal.
1re *id. de Mézières-Charleville*. . . . . Watrin, id. 1re cl.
2e *Subdiv. de Mézières-Charleville*. . . . . Foucault, contr. ppal.
Subdiv. de Bar-le-Duc. Mermillod, id. 1re cl.
id. de Troyes. . . Marchal, id. 3e cl.

ARRONDISSEMENT DE CHAUMONT.

M. Moissenet ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Chaumont.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Gorgeot ✻, expéditionnaire.

Sous-arrondissement de Vesoul.

Dép. — Haute-Marne, Haut-Rhin (partie française), Haute-Saône.

MM. Villain, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Vesoul.

Subdiv. de Belfort . Bonnaymé, contrôl. ppal.
id. de Bourbonne-les-Bains. Dumas, id. 4e cl.
Subdiv. de Chaumont. Préchey, contrôl. ppal.
id. de Vesoul . . Chalot, id. ppal.

ARRONDISSEMENT DE CHALON-SUR-SAONE.

M. Delafond ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Chalon.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Mathieu (A.), expéditionnaire.

Sous-arrondissement de Chalon.

Dép. — Ain, Saône-et-Loire (moins : le canton de Lucenay-l'Évêque en entier ; le canton d'Autun sauf la commune d'Antully ; les communes d'Epinac, Saint-Léger-du-Bois, Sully, Morlet et Saisy, du canton d'Epinac ; la commune de la Grande-Verrière du canton de Saint-Léger-sous-Beuvray).

MM. Leclère, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Chalon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Monin, expéditionnaire.

Subdiv. du Creusot . . . Soudan, contr. ppal.
id. de Chalon-Centre. Papier, id. 3e cl.
Subdiv. de Chalon-Est. Fyot, contrôleur 3e cl.
id. de Bourg . . . Germain, id. 2e cl.

Sous-arrondissement de Dijon.

Dép. — Côte-d'Or, Doubs, Jura, Yonne. Les parties du département de Saône-et-Loire ci-après canton de Lucenay-l'Evêque en entier ; canton d'Autun, sauf la commune d'Antully ; communes d'Epinac, Saint-Léger-du-Bois, Sully, Morlet et Saisy, du canton d'Epinac ; commune de la Grande-Verrière, du canton de Saint-Léger-sous-Beuvray.

MM. Maison, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Dijon.

Subdiv. de Besançon. Lesprit, contr. 1re cl.
id. de Bourg . . Germain, id. 2e cl. *d. n.*
Subdiv. de Dijon. . . Hoctin, contrôleur 1re cl.
id. d'Auxerre. . Hurlaut, id. 1re cl.

DIVISION DU CENTRE

ARRONDISSEMENT DE POITIERS.

M. Durand de Grossouvre ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, à Bourges (provt).

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Quintard, commis de 2e cl.

Sous-arrondissement d'Angers.

Dép. — Maine-et-Loire, Deux-Sèvres, Vendée.

MM. Laurent, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Angers.

Subdiv. d'Angers. . . Platon, contrôleur 2e cl. | *Subdiv. de La Roche-sur-Yon* . . . . . . Larmanon, contr. 4e cl.

Sous-arrondissement de Tours.

Dép. — Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Vienne.

MM. Genty, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Tours.

Subdiv. de Poitiers. Ravaudet, contrôl. 3e cl. | *Subdiv. de Tours*. . . Clavel, contrôl. 1re cl.

Sous-arrondissement de Bourges.

Dép. — Cher, Corrèze, Creuse, Indre, Haute-Vienne.

MM. Nadal, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Bourges.

Subdiv. de Bourges. Coret (✪ A), contr. 2e cl. | *Subdiv. de Limoges*. . Bazin, contrôleur 3e cl.
id. de Guéret.. Pommier, id. 4e cl.

ARRONDISSEMENT DE SAINT-ÉTIENNE.

M. de Curières de Castelnau ✱, Ingén. en chef de 1re classe, à Saint-Étienne.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Levraud, commis de 4e cl. | Lérisse, commis stagiaire.

Sous-arrondissement de Saint-Étienne-Est.

Dép. — Loire (partie centrale du bassin houiller de Saint-Étienne, depuis la concession de Saint-Chamond exclusivement jusqu'à la rivière le Furens et la concession de Beaubrun inclusiv.).

MM. de Billy, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Saint-Étienne.

Contrôleurs :

Vincent, 4e cl. . . . . *St-Étienne.* | Soulages, 4e cl. . . . . *St-Étienne.*
Portal, 4e cl. . . . . *id.*

Sous-arrondissement de Saint-Étienne-Ouest.

Dép. — Loire (à l'exception de la partie Est du bassin houiller de Saint-Étienne jusqu'à la rivière le Furens et la concession de Beaubrun exclusivement).

MM. Coste, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Saint-Étienne.

Contrôleurs :

Gruet, 1re cl. . . . . *St-Étienne.* | Laville, 4e cl. . . . . . . *St-Étienne.*
Gayet, 4e cl. . . . . *id.*

Sous-arrondissement de Rive-de-Gier.

Dép. — Loire (partie Nord-Est du bassin houiller de St-Étienne, jusqu'à la concession de St-Chamond inclusivement), Rhône.

MM. Dougados, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Rive-de-Gier.

Contrôleurs :

Lavé, pp^al. . . . . . . *Rive-de-Gier.*
Repelin, pp^al. . . . . *Lyon.*
Malplat, pp^al. . . . . *Rive-de-Gier.*
Merchadier, 3e cl. . . . . . . *Lyon.*
Seignobosc (L.), 4e cl. . . . . *id.*

ARRONDISSEMENT DE CLERMONT.

M. Genreau ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Clermont-Ferrand.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Dauphiné, expéditionnaire.

Sous-arrondissement de Clermont.

Dép. — Cantal, Haute-Loire, Puy-de-Dôme.

MM. de Béchevel, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Clermont.

1re subd. de Clermont. Seignobosc (Th.), contr. 1re cl. | *2e subd. de Clermont.* Petitjean, contr. 2e cl.

Sous-arrondissement de Moulins.

Dép. — Allier, Nièvre.

MM. Friedel, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Moulins.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

Drut, commis de 4e cl.

Subdivis. de Montluçon. Varin, contr. 2e cl. | *Subdivis. de Moulins.* Bouguet, contr. 1re cl.

DIVISION DU SUD-EST

ARRONDISSEMENT DE CHAMBÉRY.

M. Gonthier ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Chambéry.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Veuillet, commis de 2e cl.

Sous-arrondissement de Chambéry.

Dép. — Savoie, Haute-Savoie.

MM. N. . . . . . ., Ingénieur ordinaire, à Chambéry.

(*L'intérim est fait par M.* Geddard, *contrôleur.*)

Subdiv. de Chambéry . . Goddard, contr. 1re cl.
id. de St-Jean-de-Maurienne . . Villet, id. 2e cl.
Subdiv. d'Annecy . . . . . Perrot, contr. 3e cl.

Sous-arrondissement de Grenoble.

Dép. — Hautes-Alpes, Isère.

MM. Primat, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Grenoble.

Subdiv. de Briançon. . Berthon, contr. 4e cl.
id. de Bourgoin. . Péricard, id. 2e cl.
1re subdiv. de Grenoble. Harbulot, contr. 3e cl.
2e *id.* Bourdon, id. pp^al.

ARRONDISSEMENT D'ALAIS.

M. Ichon ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Alais.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Houlette, commis de 4e cl.

Sous-arrondissement d'Alais.

Dép. — Gard, Lozère.

MM. Prost, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Alais.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

Boutin, expéditionnaire.

1re *subdiv. d'Alais*	Bonnes,	contr.	2e cl.	4e *subdiv. d'Alais*	Jeandon,	contr.	4e cl.
2e *id.*	Domergue,	id.	3e cl.	5e *id.*	Coignard,	id.	3e cl.
3e *id.*	Bertharion,	id.	2e cl.				

Sous-arrondissement de Valence.

Dép. — Ardèche, Drôme.

MM. Liénard, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Valence.

Subdiv. de Privas.... Thomas, contr. ppal. | *Subdiv. de Valence*.... Vaillot, contr. 2e cl.

DIVISION DU SUD-OUEST.

ARRONDISSEMENT DE BORDEAUX.

M. Vital ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Bonnard, commis de 4e cl.

Sous-arrondissement de Bordeaux.

Dép. — Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Gironde, Lot-et-Garonne.

MM. Beaugey, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Bordeaux.

Subdiv. d'Angoulême	Vollot,	contr.	1re cl.	2e *subdiv. de Bordeaux*	Cazenave,	contr.	ppal.
1re *subdiv. de Bordeaux*	Duverdier,	id.	4e cl.	*Subdiv. de Périgueux*	Jacquin,	id.	2e cl.

Sous-arrondissement de Pau.

Dép. — Gers, Landes, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées.

MM. Mettrier, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Pau.

Subdiv. de Mont-de-Marsan. Reboul, contr. 2e cl. | *Subdiv. de Pau*..... Vion, contr. 2e cl.

ARRONDISSEMENT DE TOULOUSE.

M. Meurgey ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Toulouse.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Rouzegas, commis de 4e cl.

Sous-arrondissement de Carcassonne.

Dép. — Aude, Pyrénées-Orientales.

MM. Verlant, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Carcassonne.

Subdiv. de Carcassonne... Pagès, contr. 2e cl. | *Subdiv. de Prades*..... Finot, contr. 3e cl.

Sous-arrondissement de Foix.

Dép. — Ariége, Haute-Garonne.

MM. N..., Ingénieur ordinaire, à Foix.

Subdiv. de Sem . . . . . Séris, contr. 1re cl. | *Subdiv. de Toulouse* . . . Barrier, contr. ppal.

ARRONDISSEMENT DE RODEZ.

M. Tauzin ✱, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *f. f. d'Ing. en chef*, à Rodez.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Deilles, commis de 4e cl.

Sous-arrondissement de Rodez.

Dép. — Aveyron.

MM. Herscher, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Rodez.

Subdivis. d'Aubin. . . . Brossette, contr. ppal. | 1re *subdiv. de Rodez.* Guillot, contrôleur 3e cl.
id. de Decazeville. Abadie, id. 3e cl. | 2e *id.* Vernhettes, id. 4e cl.

Sous-arrondissement d'Albi.

Dép. — Lot, Tarn, Tarn-et-Garonne.

MM. Léon, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Albi.

Subdivis. de Cahors . . Gardes, contr. 2e cl. | *Subdivis. d'Albi* . . . . Galtier, contr. 2e cl.

Sous-arrondissement de Béziers.

Dép. — Hérault.

MM. Bernard, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Béziers.

Subdivision de Montpellier. . . . Feyte, contrôleur 1re cl.

DIVISION DU SUD.

ARRONDISSEMENT DE MARSEILLE.

M. Oppermann ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, à Marseille.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Grangeon, commis de 3e cl.

Sous-arrondissement de Marseille.

Dép. — Basses-Alpes, Bouches-du-Rhône, Vaucluse.

MM. Seligmann-Lui, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Marseille.

Subdiv. d'Avignon.. . Clère, contrôl. 1re cl. | 3e *Subdiv. de Marseille.* Albin, contrôl. ppal.
1re *id. de Marseille.* Gomot, id. 3e cl. | 4e *id.* Issartier, id. 3e cl.
2e *id.* Boutes, id. 2e cl.

Sous-arrondissement de Nice.

Dép. — Alpes-Maritimes, Corse, Var.

MM. Nentien, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Nice.

Subdiv. de Draguignan. Claisse, contr. 4e cl. | *Subdiv. de Bastia.* Besombes, contrôl. 2e cl.
id. de Nice. . . . . Liévin, id. 2e cl. |

ARRONDISSEMENT D'ALGER.

M. Pouyanne (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, à Alger.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Lussac, contrôleur 1re cl. | Tuyaret, comm. 5e cl.

Sous-arrondissement d'Alger.

(L'Ingénieur en chef.)

1re *Circonscrip. d'Alger.* M. Simon, contr. 4e cl. | 2e *Circons. d'Alger.* . Bouvier, contrôl. ppal.

Laboratoire de chimie d'Alger. — M. Tingry (✪ A), contrôleur 1re cl.

Sous-arrondissement de Bône.

M. Lantenois, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Bône.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Noceto, commis 2e cl.

Circonscription de Bône. — M. Espérandieu, contr. 1re cl.

Sous-arrondissement de Constantine.

M. Jacob, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Constantine.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fraisse, commis 4e cl.

1re *Circonscription de Constantine.* . M. Grand, contrôl. 3e cl. | 2e *Circonscription de Constantine.* M. Chandoreille, cont. 3e cl.

Laboratoire de chimie de Constantine. — M. Sergère, contrôleur 2e cl.

Sous-arrondissement d'Oran.

M. Colin de Verdière, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Oran.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Jeantet, commis 2e cl.

Circonscrip. de Tlemcen. M. Drot, contr. 1re cl. | *Circonscrip. d'Oran.* M. Bouty (✪ A), contr. ppal.
id. Mascara. M. Stopin, id. 2e cl. |

Laboratoire de chimie d'Oran. — M. Poncelet, contrôleur 2e cl.

SERVICES SPÉCIAUX.

Surveillance des appareils à vapeur dans le département de la Seine.

MM. Lévy (Michel) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe, à Paris.

Walckenaër, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

Ode (✪ A) (✫ M.A.), contrôleur 3e cl.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

Ode (✪ A) (✫ M.A.), contrôl. 3e cl., *d. n.* | N..., comm.

Service actif :

1re *Subdiv.* Chaumier (✪ A),	contr.	2e cl.	4e *Subdiv.* N...,	contr.	
2e *id.* . Mähl (✪ A),	id.	3e cl.	5e *id.* . Morel (✪ A),	id.	2e cl.
3e *id.* . Mathieu (✪ A) (✫ M.A.),	id.	2e cl.	6e *id.* . Limanton,	id.	4e cl.

Inspection générale des Carrières du département de la Seine.

MM. Keller ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Humbert (Georges), Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Contrôleurs :

Dunkel ✻ (✪ I). ppal.	Fagot. . . . . . 1re cl.	Pondruel. . . . . 1re cl.
Bruant . . . . . . 1re cl.	Froissardey. . . 1re cl.	Vallet . . . . 2e cl.

Études topographiques souterraines.

M. Lévy (Michel) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*
Directeur du service.

Topographie des bassins houillers de Valenciennes (Nord) et du département du Pas-de-Calais.

MM. Zeiller ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Olry ✻ (✪ I), *idem.* *d. n.* . . . . Paris.
Soubeiran (✪ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe. . . . . . . Lille.

Topographie des minières du Cher (Études).

M. Durand de Grossouvre ✻, Ing. en chef de 2e classe, *d. n.*, à Bourges (provt).

Topographie des bassins houillers d'Épinac et d'Autun.

MM. Lévy (Michel) ✻ (I A), Ing. en chef de 1re classe, *d. n.* Paris.
Delafond ✻, *idem*, *d. n.* Chalon-s.-Saône.
Zeiller ✻, Ingénieur en chef de 1re classe . . . . *d. n.* Paris.
Renault ✻, Assistant au Muséum. . . . . Paris.
Docteur Sauvage, Directeur de la station aquicole. . . Boulogne-sur-Mer.

Topographie de la Bresse et de ses gîtes de minerai de fer.

MM. Delafond ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . Chalon-s.-Saône.
Depéret, Prof. de géologie à la Faculté des sciences de Lyon.

Topographie du bassin permien et houiller de la Corrèze.

MM. Zeiller ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Mouret, ✻, Ingénieur en chef des P. et Ch. de 2e classe, *d. n.* Niort.

Établissement thermal de Luxeuil.

M. Villain, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Vesoul.

Carte géologique détaillée de la France.

SERVICE CENTRAL.

MM. Lévy (Michel) ✻ (I A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, Directeur.

Ingénieurs en chef.
- Potier (O ✻), 1re classe, *d. n.* . . . . . . Paris.
- Carnot (O ✻) (I I), 1re classe, *d. n.* . . . Paris.
- Douvillé ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
- Bertrand ✻ (I A), 2e classe, *d. n.* . . . Paris.
- Le Verrier ✻, 2e classe, *d. n.* . . . . . . Paris.
- Durand de Grossouvre ✻, 2e classe, *d. n.* Bourges (prt).

Ingénieurs ordin. . .
- de Launay, 2e classe, *d. n.* . . . . Paris.
- Termier, 1re classe, *d. n.* . . . . St-Étienne.

Thomas (H) (I A), contrôleur principal, chef des travaux graphiques.
Herbert (I A), secrétaire de l'École nationale supérieure des mines, *régisseur*.

Collaborateurs principaux :

MM.

Barrois ✱ (✪ I). . . . Professeur-adjoint de géologie à la Faculté des sciences de Lille.
Bergeron . . . . Sous-Directeur du laboratoire de géologie à la Sorbonne.
Boissellier ✱ . . . . . Agent administratif principal de la Marine, à Rochefort.
Carez (✪ A). . . . . . Membre de la Société géologique, à Paris.
Delafond ✱ . . . . . Ingénieur en chef de 1re classe, à Chalon-sur-Saône.
Depéret . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Lyon.
Fouqué ✱. . . . . . . Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
Gosselet ✱ (✪ I) . . . Membre correspondant de l'Institut, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Lille.
Kilian . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Grenoble.
Lecornu ✱ (✪ A). . . Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Caen.
Munier-Chalmas . . . Professeur de géologie à la Sorbonne.
Œhlert (✪ A). . . . . Bibliothécaire et conservateur du Musée de Laval.
Rolland ✱ (✪ A). . . Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Paris.
Vasseur (✪ A) . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.
Vélain ✱ . . . . Chargé de cours à la Sorbonne.

Collaborateurs adjoints :

MM.

Nivoit ✱ (✪ A). . . .	Ingénieur en chef de 1re classe.		Paris.
Genreau ✱	*id.*	*id.*	Clermont-Ferrand.
Lodin ✱.	*id.*	de 2e classe.	Paris.
Beaugey.	Ingénieur ordinaire de 2e classe.		Bordeaux.
Nentien	*id.*	*id.*	Nice.
Janet (✪ A)	*id.*	*id.*	Paris.
Pellé.	*id.*	*id.*	Paris.
Bochet.	*id.*	*id.*	Nantes.
Fèvre	*id.*	*id.*	Arras.
Coste	*id.*	de 3e classe.	Saint-Étienne.
Laurent	*id.*	*id.*	Angers.

Caméré (O ✱) (✪ A) . Ing. en chef des Ponts et Chaussées de 1re classe, à Paris.
Mouret ✱. . . . . . . *id.* *id.* de 2e classe, à Niort.
Zürcher ✱ . . . . . . Ing. ord. des Ponts et Chaussées de 1re cl., *f. f. d'Ing. en chef*, à Toulon.
Arcelin . . . . Président de la Société des sciences de Mâcon, à Chalon-sur-Saône.
Bigot. . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Caen.
Boule . . . . Agrégé des sciences naturelles, docteur ès sciences, à Paris.
Bourgeat (l'abbé) . . . Professeur de géologie à l'Institut catholique de Lille.
Bureau (Edouard) ✱. Professeur au Muséum, à Paris.
Bureau (Louis) . . . . Directeur du Muséum de Nantes.
Busquet . . . . Directeur des mines de Decize.
Caralp . . . . Maître de conférences de géologie à la Faculté des sciences de Toulouse.
Collot (✪ A) . . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Dijon.
Curie (Jacques). . . . Chargé de cours à la Faculté des sciences de Montpellier.
Dollfus. . . . . Membre de la Société géologique, à Paris.
Doumerc (Paul). . . . Ingénieur civil, à Montauban.
Doumerc (Jean) (✪ A). Ancien élève de l'Ecole des mines, ingénieur civil, à Montauban.
Dagincourt (Dr). . . . Membre de la Société géologique, à Paris.

MM.

Fabre (Georges). . . .	Ancien élève de l'Ecole polytechnique, Inspecteur des Forêts, à Nîmes.
Haug	Préparateur de géologie à la Sorbonne.
Hollande.	Directeur de l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur, à Chambéry.
Jaccard.	Professeur de géologie au Locle, canton de Neuchâtel (Suisse).
Lacroix	Préparateur de géologie au Collège de France.
de Lacvivier (✪ A). . .	Proviseur du Lycée de Montpellier.
Leenhardt.	Professeur à la Faculté de théologie de Montauban.
de Margerie.	Membre de la Société géologique, à Paris.
Nicklès (René)	Docteur ès sciences, Ingénieur civil des Mines.
Offret	Chargé de cours à la Faculté des sciences de Lyon.
Pillet (✪ I)	Membre de la Société géologique, à Chambéry.
Renevier ✻.	Professeur de géologie à l'Université de Lausanne (Suisse).
Seunes.	Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Rennes.
Wallerant	Maître de conférences à l'Ecole normale supérieure.

Collaborateurs auxiliaires :

Bigouret	Licencié ès sciences naturelles, à Paris.
Bizet (✪ A).	Conducteur des Ponts et Chaussées, à Bellême.
Blayac	Licencié ès sciences, à Marseille.
Cayeux	Préparateur de géologie à l'Ecole nation. supér. des Mines.
Dupin (Edmond). . .	Ingénieur ordinaire de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Montluçon.
Gautier (Paul)	Préparateur à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand.
Lebesconte	Pharmacien à Rennes.
Letellier.	Conservateur du musée d'Alençon.
Lory (Pierre).	Préparateur à la Faculté des sciences de Grenoble.
Martin (David). . . .	Professeur au Lycée de Gap.
Renault	Professeur au Collège de Flers.
Répelin	Attaché au Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Marseille.

Cartes géologiques et cartes agronomiques départementales.

Départements.	Noms des ingénieurs.	Grades.	Résidences.
Ardennes. . . .	Meugy ✻.	Insp. gén. hon.	Paris.
	Nivoit ✻ (✪ A)	Ingén. en chef. .	Id.
Indre.	Carnot (O ✻) (✪ I).	Ingén. en chef. .	Id.
Landes.	N.		
Saône-et-Loire .	Delafond ✻.	Ingén. en chef..	Chalon.
Vendée.	Descottes (O ✻).	Insp. gén. (retr.).	Paris.

Nivellement général de la France.

M. Lallemand ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *f. f. d'Ing. en chef.*

SERVICES DÉTACHÉS.

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

TRAVAUX PUBLICS DU PROTECTORAT DE LA TUNISIE.

Contrôleurs :

MM. Berthier, 4ᵉ cl. | Gauthier, 4ᵉ cl.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES.

OFFICE DU TRAVAIL.

Ingénieurs ordinaires :

MM. Fontaine, 2ᵉ classe. | Focqué, 2ᵉ classe.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS.

M. Le Verrier ✻, Ingénieur en chef de 2ᵉ classe, *d. n.*

SOUS-SECRÉTARIAT D'ÉTAT DES COLONIES.

Nouvelle-Calédonie.

Contrôleurs :

MM. Gabon, 3ᵉ cl. | Rossi, 3ᵉ cl.

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

MM. **Résal** (O ✻) (I I),	Inspecteur général de 1ʳᵉ classe,	*Professeur.*
Moutard (O ✻),	*id.*	*Examinateur.*
Cornu (O ✻),	Ingénieur en chef de 1ʳᵉ classe,	*Professeur.*
Potier (O ✻),	*id.*	*idem.*
Jordan (O ✻),	*id.*	*idem.*
Le Chatelier ✻,	Ingénieur en chef de 2ᵉ classe,	*Répétiteur.*
Poincaré ✻,	Ingénieur ordinaire de 1ʳᵉ classe,	*idem.*
Humbert (Georges),	*id.*	*Répétiteur auxiliaire.*

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

M. Poincaré ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *Maître de conférences.*

FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN.

M. Lecornu ✻ (✪ A), Ingén. ordinaire de 1re classe, *d. n.*, *Maître de conférences.*

CONSEIL D'ÉTAT.

M. Lamé Fleury (O ✻), Inspecteur gén. de 1re cl., *Conseiller d'État.*

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

(Voir pages 110 et 111.)

MEMBRE DU SÉNAT.

M. de Freycinet (O ✻), Inspecteur général de 1re classe, *Membre de l'Académie Française et de l'Académie des Sciences, Sénateur* (Seine).

GOUVERNEMENT OTTOMAN.

M. Brisse, Ingénieur ordinaire de 3e classe.

INGÉNIEURS, CONTROLEURS ET COMMIS EN CONGÉ,
EN DISPONIBILITÉ OU EN CONGÉ RENOUVELABLE.

INGÉNIEURS, CONTRÔLEURS ET COMMIS EN CONGÉ OU EN DISPONIBILITÉ.

Ingénieurs en chef :

MM. Chosson ✻, 2e classe. | Mussy ✻, 2e classe.

Ingénieurs ordinaires :

MM. Boutan ✻, 1re classe. | Vieira, 2e classe.

Contrôleurs :

MM. Guèze, 2e cl. | Guillier, 3e cl. | Mialhe, 4e cl.
Benoit (QA), 3e cl. | de Précorbin, 3e cl. | Ravat, 4e cl.

Commis :

Domageau, 3e cl. | Vidal, 4e cl.

CONTRÔLEUR EN RETRAIT D'EMPLOI.

M. Boisramé, 2e classe.

INGÉNIEURS ET CONTROLEURS ATTACHÉS AU SERVICE DE COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER ET DE DIVERSES SOCIÉTÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER (1).

CHEMINS DE FER DE L'OUEST.

M. *Clérault (O ✻), Ingénieur en chef de 2e classe.

CHEMINS DE FER DE L'EST.

M. *Sauvage, Ingénieur ordinaire de 1re classe.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE.

M. *Amiot ✻, Ingénieur en chef de 2e classe.

Ingénieurs ordinaires :

MM. *Carcanagues, 1re classe. | *Luuyt, 2e classe.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS ET PROLONGEMENTS.

M. *Heurteau (O ✻), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*

NOTA. Pour chacune de ces listes, les fonctionnaires sont placés par grades et par classes en suivant l'ordre alphabétique.

(1) *Les noms précédés d'un astérisque sont ceux des fonctionnaires qui ont obtenu un congé renouvelable.*

COMPAGNIES DES MINES DE BRUAY ET DE L'ESCARPELLE.

M. *Soubeiran (✪ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe.

COMPAGNIE DES MINES DE DOURGES.

M. *Voisin (Armand), Ingénieur en chef de 2e classe.

COMPAGNIE DES MINES DE ROCHE-LA-MOLIÈRE ET FIRMINY.

M. *Voisin (Honoré), Ingénieur ordinaire de 1re classe.

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES POUR LA CONSTRUCTION D'UNE VOIE FERRÉE DE BISKRA A OUARGLA ET PROLONGEMENTS.

M. *Rolland ✻ (✪ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe.

SOCIÉTÉ DES MINES DE FER DE KRIVOÏ-ROG (RUSSIE).

M. *Coince ✻, Ingénieur en chef de 1re classe.

SOCIÉTÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE PEÑARROYA (ESPAGNE).

MM. *Ledoux ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*

Contrôleur :

Gal. . . . . 2e cl.

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON ET COMMENTRY.

M. *Lévy (Léon) ✻, Ingénieur en chef de 2e classe.

USINES MÉTALLURGIQUES DE MORVILLARS.

M. *Maître, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

SOCIÉTÉ « LE NICKEL ».

M. *Grand ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe.

SOCIÉTÉ L. DUCASSE ET Ce, DE BORDEAUX (USINES DE PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS ET AGRICOLES).

M. *Boutiron ✻, Ingénieur en chef de 2e classe.

SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES MINES DE NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE.

M. *Babu, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

COMPAGNIES ET SOCIÉTÉS DIVERSES, ETC.

M. Laurans, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

Contrôleurs :

MM. *Maillon,	1re cl.	*Rouzeaud,	2e cl.
*Savreux,	1re cl.	*Mercier,	3e cl.
*Auvergne,	2e cl.	*Perrève,	3e cl.
*Popp,	2e cl.	*Sarran ✱,	3e cl.

CONTROLEURS SANS DESTINATION.

MM. Canelle,	3e cl.	Grandière,	4e cl.	Picard,	4e cl.
Gibert,	4e cl.	Martin (Alex.),	4e cl.		

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES.

Boulevard Saint-Michel, nos 60 et 62.

DIRECTION ET ADMINISTRATION.

MM.

Haton de la Goupillière (O ✻) (✿ I), Inspect. général de 1re classe, Directeur.
Carnot (O ✻) (✿ I), Ingénieur en chef de 1re classe, Inspecteur.

Enseignement spécial.

Ledoux ✻, Ingénieur en chef de 1re classe.	Professeur.	Exploitat. des mines.
Lodin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe .	*idem.*	Métallurgie.
Carnot (O✻)(✿ I), Ing. en chef de 1re cl, *d. n.*	*idem.*	Analyse minérale.
Le Chatelier ✻, Ingén. en chef de 2e classe.	*idem.*	Chimie industrielle minérale.
Mallard (O ✻), Inspect. génér. de 2e classe.	*idem.*	Minéralogie.
Douvillé ✻, Ingén. en chef de 1re classe .	*idem.*	Paléontologie.
Bertrand ✻ (✿ A), Ingén. en chef de 2e cl.	*idem.*	Géologie générale.
de Launay, Ingén. ordinaire de 2e classe .	*idem.*	Géologie appliquée.
Sauvage, Ingén. ordin. de 1re classe	*idem.*	Machines.
Vicaire ✻, Ingén. en chef de 1re classe . .	*idem.*	Chemins de fer.
Résal (O ✻) (✿ I), Insp. génér. de 1re classe.	*idem.*	Construction.
Potier (O ✻), Ingén. en chef de 1re classe.	*idem.*	Electricité industrielle.
Aguillon (O ✻), Ingén. en chef de 1re classe.	*idem.*	Législation.
Cheysson (O ✻) (✿ I), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées. . . .	*idem.*	Economie industrielle.
Zeiller ✻, Ingén. en chef de 1re cl., chargé de leçons de		Paléontologie végétale.
Bertrand ✻ (✿ A), Ing. en ch., *d. n.*, chargé de leçons de		Pétrographie.
Sauvage, Ing. ord. de 1re cl., *d. n*, chargé de leçons de		Construction des machines.
Pelletan ✻, Ing. en chef de 2e cl., chargé de leçons de		Topographie.
Priou ✻, Lieuten.-colonel d'artill., chargé de leçons d'		Artillerie.
Lenoir (✿ A), Chef des		Travaux graphiques.
Bossert ✻ (✿ I)		Langue allemande.
Morel (✿ I)		Langue anglaise.

Laboratoire.

MM.

Le Professeur d'analyse minérale	Directeur.
Le Chatelier ✻, Ing. en chef de 2e cl., *d. n.*	Adjoint.
Damour	Préparateur.

Cours préparatoires.

MM.

Moutard (O ✱), Insp. gén. de 1re classe, Professeur. .		Mécanique.
Pelletan ✱, Ing. en chef de 2e cl., *d. n.*,	*idem.*	Analyse et Géométrie descriptive.
Potier (O ✱), Ing. en chef de 1re cl. . . .	*idem.*	Physique.
Chesneau, Ing. ordin. de 1re cl.	*idem.*	Chimie générale.

Musée des Mines.

MM.

L'Inspecteur de l'École, Conservateur des collections.
Friedel (O ✱) (✪ I), Conservateur adjoint de la collection de minéralogie.
Le Professeur de paléontologie, Conservateur-adjoint de la collection de paléontologie.
Le Professeur de géologie générale, Conservateur-adjoint de la collection de géologie.
Le Professeur de géologie appliquée, Conservateur-adjoint de la collection de gîtes minéraux et de la collection de géologie départementale.
Zeiller ✱, Ingénieur en chef, *d. n.*, Attaché au service de la collection de paléontologie végétale.
Richard ✱, Préparateur à la collection de minéralogie.
Cayeux, Préparateur à la collection de géologie, *d. n.*
Durassier, Préparateur aux collections des gîtes minéraux et de métallurgie.
Laville, Aide-Préparateur à la collection de paléontologie.
Lacour, Aide-Préparateur aux collections d'exploitation et de machines.

Bureau d'essai pour les substances minérales.

MM.

Carnot (O ✱) (✪ I), Ingénieur en chef, *d. n.*, Directeur.
Le Chatelier ✱, Ingénieur en chef, *d. n.*, Adjoint.
Rioult, Chimiste.
Dirvell, Chimiste.

Service de santé.

M. le Docteur Passant ✱ (✪ A), *d. n.*

Police intérieure.

M. de Villars (O ✱), Chef de bataillon du Génie, retraité, Officier surveillant.

Secrétariat. — Bibliothèque.

MM.

Herbert (✪ A), Secrétaire-régisseur.
Lambelin ✱, Bibliothécaire.
Elleau (Louis), Rédacteur.
Thomas, Expéditionnaire.

CONSEIL DE L'ÉCOLE.

Le Conseil est présidé par le Ministre.

Membres du Conseil :

MM. le Directeur de l'Ecole, *Vice-Président.*
l'Inspecteur de l'Ecole.
Linder (C ✱) (✪ I), Inspecteur général de 1re classe.
Castel (O ✱), *idem.*
Lorieux (O ✱), Inspecteur général de 2e classe.
les Professeurs de l'enseignement spécial.

L'Inspecteur de l'École remplit les fonctions de *Secrétaire.*

ÉLÈVES INGÉNIEURS DES MINES.

PREMIÈRE CLASSE.	DEUXIÈME CLASSE.	TROISIÈME CLASSE. *Promotion de 1891.*	TROISIÈME CLASSE. *Promotion de 1892* (1).
1 Barrat.	»	1 Champy.	1 Lebrun.
2 Bailly.		2 Cuvelette.	2 Chipart.
3 Rivet.		3 Jouguet.	3 Ravier.
			4 Caltaux.

ÉLÈVES EXTERNES.

TROISIÈME ANNÉE.

1 Délu.	7 Regnault.	13 Grenier (Adrien).	19 Collache.
2 Desmarres.	8 Campredon.	14 Degrand.	20 de Mérona.
3 Merlet.	9 Vée.	15 Tenin.	21 Lagneau.
4 Laporte.	10 Cormier.	16 Le Blant (Étienne).	22 Chapuy.
5 Sauvestre.	11 Glachant.	17 Pasquet.	23 Laverne.
6 Méchin.	12 Dutour.	18 Lemonnier.	24 Holtzer.

DEUXIÈME ANNÉE.

1 Dusaugey.	7 Audemar.	13 Blum.	19 Cartier.
2 Didier.	8 Liégeois.	14 David (Louis).	20 Nonnès-Lopes.
3 Berthon.	9 Labro.	15 Lafouge.	21 Maubès
4 Lazerges.	10 Grenier (René).	16 Bidet.	22 Vétillart.
5 Michon du Marais.	11 Boyer-Guillon.	17 Callens.	23 Zychon.
6 Kapférer.	12 Pignel.	18 Lachaume.	

PREMIÈRE ANNÉE.

1 Chatenet.	10 Yves.	19 Roland-Gosselin.	28 Chacornac.
2 Guerre.	11 Breton.	20 Favatier.	» Andry-Bourgeois.
3 Johnston.	12 Pellegrin.	21 Moutet.	» Bouquerel.
4 Chartaux.	13 Marié.	22 Fernandez.	» Martin.
5 Sarazin.	14 Warnod.	23 de Soras.	» Poirier.
6 Grenet.	15 Bovio.	24 Dausse.	» Roy.
7 de Grimouard.	16 Bomsel.	25 Marmottan.	
8 Barbaroux.	17 Collette.	26 Boigeol.	
9 Gouin.	18 Jolhiet.	27 Charvériat.	

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE TROISIÈME ANNÉE.

1 Joukowski.	2 Doret.	3 Filiti.	»

(1) *Les élèves ingénieurs de cette promotion font actuellement une année de service militaire.*

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE DEUXIÈME ANNÉE.

1 Nazarkiewicz.
2 Noguès.
3 Martinengo.
4 Grierson.
5 de Civiny.
6 Simmonds.

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE PREMIÈRE ANNÉE.

1 Hermitte.
2 Vassiliadi.
3 de la Luz Guerrero.
4 Armas.
5 de Vulitch.
6 Paiano.
7 Argandona.
8 Daniel (Hirsch).
9 Hirsch-Kohem.
10 Leite-Chermont.

Cours préparatoires.

ÉLÈVES TITULAIRES FRANÇAIS.

1 Marillier.
2 Joëssel.
3 Faure (Félix).
4 Bonamy de Villemereuil.
5 Frois.
6 Daburon.
7 Desprès.
8 Brière.
9 Douchy.
10 Marc.
11 Tostivint.
12 Viguié.
13 de Chambure.
14 Siquot.
15 de Cacqueray.
16 de Longeaux.
17 Réache (Gerville).
18 Conpeau.
19 de Chaignon.
20 Delorthe.
21 Daydé.
22 Manhès.
23 Cailland.
24 Chapot.
25 Mayaud.
26 Teissier.
27 Ollivier.
28 Maurice.
29 Budan de Russé.
30 Villet.
31 Pellissier-Tanon.
32 Saglio.
33 Frochot.
34 de Lacroix de Lavalette.
35 Gaitte.
36 Cahen.
37 Rottenfus.
38 Henry.
39 Duportal.
40 Leharle.
41 Westercamp.
42 de France.
43 Emery.
44 Duval.
45 Baptiste.
» André.
» du Bos de St-Leu.
» Boyer.
» Delhumeau.
» Despaigne.
» Dupont.
» Faure (Joamico).
» Girollet.
» Liébaut.
» Puech.

ÉLÈVES TITULAIRES ÉTRANGERS.

1 Fealau.
2 Ivanovici.
3 Panos Counas.
4 Négulici Radu.
5 Maltézos.
6 Rodriguez.
7 Popesco.

ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Administration :

M. **Leseure** ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, **Directeur.**

Enseignement :

MM.

Leseure ✱, Ing. en ch. de 1re cl., *d. n.*, Profess. — Exploitation des mines et préparation mécanique.

Leproux, Ingén. ordin. de 3e classe . . *id.* — Machines. Constructions. Chemins de fer. Législation des Mines.

Termier, Ingén. ordin. de 1re classe . *id.* — Physique. Minéralogie. Géologie. Conférences sur les applications de l'électricité à l'exploitation des Mines.

Lebreton, Ingén. ordin. de 2e classe. . *id.* — Analyse minérale. Métallurgie du fer.

MM.

Rateau, Ingén. ordin. de 2e classe .	Profess.	Analyse. Mécanique. Métallurgie des métaux autres que le fer.
Grand'Eury ✻	id.	Géométrie descriptive. Stéréotomie. Lever de plans. Comptabilité. Conférences sur la paléontologie végétale.
Baroulier	id.	Leçons de manipulations chimiques.

Surveillance, Secrétariat, Service de santé.

MM.
Vacheron ✻, Surveillant des études.
Delteil ✻, *id.*
Constantin, Bibliothécaire, Expéditionnaire.
Docteur Guinand.

Laboratoire d'essais.

M. Fabre . . . . Préparateur de chimie.

Conseil de l'École.

Le Conseil de l'Ecole est composé du Directeur et des Professeurs.

Conseil de perfectionnement de l'École.

MM.
L'Inspecteur général des Mines de la Division du Centre, *Président.*
Le Préfet du département de la Loire.
Le Président du Conseil général du département de la Loire.
Le Maire de la ville de Saint-Etienne.
Le Directeur de l'Ecole.
Les Professeurs de l'Ecole.
L'Ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique de Saint-Étienne.
Les Ingénieurs ordinaires des sous-arrondissements de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier.
Devillaine ✻, Directeur des houillères de Montrambert et de la Béraudière.
Evrard ✻, ancien Directeur de la Compagnie de Châtillon et Commentry.
Lévy ✻, Ingénieur civil, Administrateur de Mines, à Paris.
Fayol, Directeur général de la Société des forges de Commentry et Fourchambault.
Montgolfier (O ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des forges et aciéries de la marine et des chemins de fer.
Cholat, Administrateur délégué des Aciéries de Saint-Étienne.

ÉLÈVES DE LA 1re DIVISION (3me ANNÉE).

1 Badin.	7 Crochet.	13 de Lachapelle	19 Poizat.
2 Bert.	8 Cuchet.	14 Lapierre.	20 Rouchon.
3 Bourgeois.	9 Duchateau.	15 Limouzin.	21 Salin.
4 Beutter.	10 Faibie.	16 Mercier (Henri).	22 Sauvet.
5 Cabassut.	11 Huard de la Marre.	17 Piron.	23 Tardy.
6 Courtinat.	12 Juquelier.	18 Pitaval.	

ÉLÈVE ÉTRANGER.

Sanchez.

ÉLÈVES DE LA 2me DIVISION (2me ANNÉE).

1 Bartholin.	8 Fouletier (Jean).	15 Mougin.	22 Servonnat.
2 Bonnet.	9 Fouletier (Pierre).	16 Noguier.	23 Simian.
3 Callet.	10 Garbay.	17 Petit (Emile).	24 Tétard.
4 Cazaban.	11 Guimet.	18 Rateau.	25 Torrilhon.
5 Chaleyssin.	12 Kopp.	19 Richarme.	
6 Devillaine.	13 Mercier (Léon).	20 Robert.	
7 Fontaine.	14 Morchoine.	21 Seigle.	

ÉLÈVES DE LA 3me DIVISION (1re ANNÉE).

1 Béguin.	10 Fertey.	19 Monteux.	28 Rondet.
2 Bernard.	11 Granger-Veyron.	20 Moréteau.	29 Rouveure.
3 Blanc (Marcel).	12 Guilhot de Lagarde.	21 Péguin.	30 de Saint-Seine.
4 Bonnevay.	13 Humeury.	22 Pezant.	31 Saux.
5 Brun.	14 Laveaux.	23 Potier (Emile).	32 Teilhet.
6 Carra.	15 Liechty.	24 Potier (Jules).	33 Vermorel.
7 Castanier.	16 Maréchal.	25 Potier (Xavier).	
8 de Charentenay.	17 Masclet.	26 Poyeton.	
9 Cornet.	18 Mermier.	27 Roidot.	

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS MINEURS D'ALAIS.

MM.

Ichon ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, **Directeur.**

Garreau, Contrôleur pp^{al} des Mines . . . . Professeur.

Mazagot (✪ A), Contrôleur de 2e classe. . . . . *idem.*

Magalon, Maître-Surveillant . . . . Répétiteur des trav. graphiques.

Bourdevat . . . . Économe.

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS MINEURS DE DOUAI.

Administration :

M. **Küss** ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, à Douai, **Directeur.**

Enseignement :

MM.

Maris, Contrôleur des Mines de 1re classe. Répétiteur. — Arithmétique, géométrie, géométrie descriptive, trigonométrie, mécanique, levé de plans, dessin.

Cambessédès, Contrôleur des Mines de 1re cl. Répétiteur. — Physique, chimie, minéralogie, géologie, exploitation des mines.

Dorsinfang ✱, Surveillant. . . . . Langue française.

Poteau, Contrôleur des Mines de 2e classe. . . . Économe.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

Conseil, Administration centrale et Direction, rue de Châteaudun, 42, à Paris.

Services de l'Exploitation, boulevard Raspail, 136, à Paris.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

MM.
Bouchard (C ✱) (✪ I), Président de Chambre à la Cour des comptes, *Président.*
Béraldi (O ✱), *Vice-Président.*

ADMINISTRATEURS.

Barne, Sénateur.
Bruniquel-Recoules ✱, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Calmon-Maison, Conseiller général.
Delpech, Député.
Etienne, Député.
Lax (C ✱), Inspecteur général des Ponts et Chaussées.
Lucas ✱ (✪ A), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Roche (Jules), Député.
Thomson, Député.

ADMINISTRATEUR HONORAIRE.

M. Roy (C ✱), ancien Président de la Chambre de commerce de Paris.

SECRÉTARIAT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

M. Bénac ✱ (✪ A), Maître des requêtes au Conseil d'État, *Secrétaire du Conseil.*

DIRECTION.

MM.

Matrot (O ✻), Ingénieur en chef des Mines, Directeur.
Duportal (O ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur.
Huguet (Adrien) ✻ (I A), Ingénieur en chef attaché à la Direction.
Polack ✻, Secrétaire de la Direction.
Pieyre ✻, Inspecteur des finances, Chef du service de la comptabilité générale.
Level ✻, Chef du contentieux.
Docteur **Redard** ✻, Médecin en chef.

EXPLOITATION.

MM.

Duportal (O ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur, *d. n.*, Chef de l'exploitation.
Pellé, Ingénieur ordinaire des Mines, Ingénieur adjoint au chef de l'exploitation.
Pia ✻ ✠, Chef du service actif de l'exploitation.

MATÉRIEL ET TRACTION.

MM.

Parent ✻, Ingénieur en chef du matériel et de la traction.
Desdouits ✻, Ingénieur des constructions navales, Ingénieur en chef adjoint à l'Ingénieur en chef.
Adam, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, Inspecteur de traction.

ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

MM.

Bricka (O ✻) (I A), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments.
Fouan ✻, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur en chef.

CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES DÉTACHÉS A L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

MM.

Armbruster, ppal . . . . *Paris.*
Bienner, ppal . . . . *id.*
Bimbenet, ppal . . . . . . *Vendôme.*
Grégoire (Jules), 1re cl. . *Paris.*
Przybilski, 1re cl. . . . . *id.*
Varon, 1re cl. . . . . *id.*
Cornubert, 2e cl. . . . . *Thouars.*
Gras, 2e cl . . . . *Saintes.*
Guillot (Edm.), 2e cl. . . *Paris.*
Poujol (J.), 2e cl. . . . . *id.*
Boirault, 3e cl. . . . . *Pont-de-Braye.*
Strasburger, 3e cl. . . *La Roche-sur-Yon.*
Brian, 4e cl. . . . . . . *id.*
Estève, 4e cl. . . . . *Royan.*
Popu, 4e cl. . . . . *Montreuil-Belley.*

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

CONTROLE ET SURVEILLANCE DE L'EXPLOITATION.

1° CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

DIRECTION : M. Orsel (O ✱), Inspecteur général de 1re classe des Mines, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Berthier, cond. ppal. | Léonard, comm. 1re cl.
Hamel, id. 2e cl. | Blavat, id. 3e cl.

§ 1er. CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

Travaux neufs et entretien : M. Violette de Noircarme ✱ (Q A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Grasset, cond. ppal. | Méry, comm. 3e cl.
Léger, id. 1re cl. | Ransan, id. 3e cl.
Michau, id. 4e cl.

Ligne de Paris à Chartres.

M. Bresse, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Paris.

1er Arrondissement.

M. Locherer, Ingén. ordin. de 2e cl., *d. n.* (P. et Ch.), à Chartres.

Subdiv. de Chartres. M. Chauvin, cond. 4e cl.

2e Arrondissement.

M. Humbert (Georges) (Q A), Ingén. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Blois.

Subdivision de Blois : M. Richard, cond. 3e cl.

3e Arrondissement.

M. Quarré, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Poitiers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Landeau, comm. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.
Niort	Rincé, cond. 3e cl.
Chinon	Blin, id. 1re cl., *d. n.*
Poitiers	Dorat, id. 3e cl.

4e Arrondissement.

M. Cheguillaume, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch. *d. n.*, à Angers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Moron, comm. 4e cl.

Subdivisions de :	MM.
Angers	Petit, cond. ppal,
Nantes	Dupé, id. 1re cl.

5e Arrondissement.

M. Vicaire (Jules), Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Rochefort.

Subdivisions de :	MM.
Rochefort 1re	Patris, cond. ppal, *d. n.*
id. 2e.	Giraud, id. ppal, *d. n.*
id. 3e.	Terrien, id. 1re cl., *d. n.*

Exploitation technique : M. Olry ✻ (✿ I), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Beauhaire, cond. 1re cl.
Rebours, id. 2e cl.
Holuigue, comm. 4e cl.

1er Arrondissement.

M. Janet (✿ A), Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Labeyrie ✻, contr. ppal. | Bellière, comm. 4e cl.

Subdivisions de :	MM.
Paris	Goeb (J.), contr. 2e cl.
Versailles	Cuvillier, id. 1re cl.
Orléans	Hamon, id. 2e cl.

2e Arrondissement.

M. Laurent, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Angers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Doizy, comm. 2e cl. | N..., comm.

Subdivisions de :	MM.
Angers	Platon, contr. 2e cl.
La Roche-sur-Yon.	Larmanou, id. 4e cl.
Tours	Clavel, id. 1re cl.
Poitiers	Ravaudet, id. 3e cl.

3e Arrondissement.

M. Bochet (Adolphe), Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Nantes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fromentin (F.), comm. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.
Nantes. 1re	Radigois, contr. 1re cl.
id. 2e	Bosdecher (✻ M. A.), id. 1re cl.
id. 3e	Lambert (✿ A), id. 4e cl.

4e Arrondissement.

M. Beaugey, Ing. ord. de 2e cl. (Mines). à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Duranton, comm. 1re cl. | Goubaud, comm. 1re cl.

Subdivisions de :	MM.
Angoulême	Vollot, contr. 1re cl.
Bordeaux.	Duverdier, id. 4e cl.

Exploitation commerciale : M. Zerling ✻, Inspecteur principal, à Paris.

1re *Circonscription*. . . .	MM. Hallouin,	Inspecteur particulier	Paris.
2e *id.* . . .	Héring (O ✻),	id.	Tours.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

NOTA. — *Les Commissaires de surveillance administrative sont placés simultanément sous les ordres des Ingénieurs chargés de la surveillance technique et des Inspecteurs de l'exploitation commerciale.*

MM.

Leturque, 1re cl.	Paris-Montparnasse.
Durand ✻, 3e cl.	Paris-Montparnasse.
Lecomte, 2e cl.	Tours.
Poulle, 2e cl.	Bressuire.
Martin (Charles), 1re cl. .	Loudun.
Benjamin ✻, 3e cl.	La Roche-sur-Yon.
Legendre ✻, 1re cl. . . .	Nantes.
Chevilley, 3e cl.	Nantes.
Hatton ✻, 3e cl.	Nantes.
Taste ✻ ✠, 3e cl.	Nantes.
Dore, 3e cl.	La Rochelle.
Bertrand (Henri), 4e cl. .	Rochefort.
Cuirblanc, 1re cl.	Niort.
Brujat, 2e cl.	Saintes.
Brudieux, 4e cl.	Ruffec.
Maurin, 3e cl.	Angoulême.
Grand-Didier ✻, 2e cl. . . .	Angoulême.
Richard ✻, 1re cl.	Royan.
Molle ✻, 4e cl.	Blaye.
Deville (L.), 3e cl.	Parthenay.
Desfontaines ✻, 2e cl. . .	Angers.
Mansas ✻, 3e cl.	Angers.
Dervaux ✻, 4e cl.	Orléans.
Lefranc ✻, 3e cl.	Orléans.
Noirjean ✻ ✠, 4e cl. . . .	Orléans.
Gabriel (O A)(✠ MA), 1re cl.	Chartres.
Jouffrey ✻, 4e cl.	Blois.
Blanc ✻, 2e cl.	Château-du-Loir.
Oliva ✻, 3e cl.	Saumur.
Granger ✻, 4e cl.	Vendôme.
Taris, 3e cl.	Bordeaux-Saint-Jean.

---

§ 2. VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de La Rochelle.

Ingénieur en chef du contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal et l'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des Chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer en résidence à La Rochelle.

Voies ferrées en dehors des limites du port . . .	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées dans les limites du port.	Surveillance commerciale.

2° Les Officier et Maîtres de port de La Rochelle.

Voies ferrées dans les limites du port	Police.

Port de La Pallice.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal et l'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des Chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à La Rochelle.

POLICE.

Le Capitaine de port de La Rochelle; l'Officier et le Maître de port de La Pallice.

Port de Rochefort.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal et l'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des Chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rochefort.

Voies ferrées dans les limites du port......	Surveillance commerciale.
Voies ferrées en dehors des limites du port...	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officiers et Maîtres de port de Rochefort.

Voies ferrées dans les limites du port......	Police.

Port de Tonnay-Charente.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal et l'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des Chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rochefort.

POLICE.

Le Maître de port de Tonnay-Charente.

2e CHEMIN DE FER DU NORD ET LIGNES DIVERSES QUI S'Y RATTACHENT.

DIRECTION : M. Bellom (O ✻), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Mouchel, cond. pp^{al}.
Marceau, id. 3e cl.
Bouge, comm. 1re cl.
Martin (L.-L.), comm. 2e cl.
Mopin, id. 2e cl.

Travaux neufs et entretien : M. Loche ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Rambour, cond. pp^{al}.
Grézy, id. 1re cl.
Francheterre, id. 2e cl.
Sudrot, comm. 1re cl.
N..., id.

1er Arrondissement.

M. Rousseau (Henri), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), à Paris.

Subdiv. de Paris : M. Desmasures, cond. 3e cl.

2e Arrondissement.

M. Becker, Ingén. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Beauvais.

Subdiv. de Beauvais : M. Delamarre, cond. 1re cl.

3e Arrondissement.

M. Dusuzeau ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Compiègne.

Subdiv. de Compiègne : M. Candlot, cond. pp^{al}.

4e Arrondissement.

M. Caillez, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Saint-Quentin.

Subdivisions de : MM.
Saint-Quentin. . Tupigny, cond. 2e cl.
Laon . . . . . . { Quignon, id. pp^{al}, *d. s.*
{ Bourgeois, comm. 2e cl., *d. s.*

5e Arrondissement.

M. Boyeldieu ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Amiens.

Subdivisions de : MM.
Amiens 1re . . . Fouré, cond. 2e cl.
id. 2e. . . . Cauvin, id. 3e cl., *d. s.*

6e Arrondissement.

M. Masson, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Arras.

Subdivisions de : MM.
Arras 1re . . . . Patoux, cond. 3e cl., *d. s.*
id. 2e. . . . . Héleine, id. 1re cl.

7e Arrondissement.

M. Stoclet, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Lille.

Subdivisions de : MM.
Lille, 1re . . . . Mallet, cond. ppal, *d. s.*
id. 2e . . . . Balsen, id. 3e cl., *d. s.*

8e Arrondissement.

M. Lefebvre (Alexandre), Ing. ord. de 2e cl., (P. et Ch.), *d. s.*, à Valenciennes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Goursault, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.
Valenciennes. . Lambert, cond. 4e cl., *d. s.*
Le Quesnoy . . Belin, id. 1re cl., *d s.*

Exploitation technique : M. Baume ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Boulet, cond. ppal.
Gourguechon, comm. 2e cl.
Caron, comm. 3e cl.
Defosseux, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

M. Chesneau, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), *d. s.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
Barnavol, comm. 4e cl. | Leib, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.
Paris. . . . . . Soyez, contr. ppal, *d. s.*
Massin, id. ppal.
Denizet, id. 4e cl.
Laon . . . . . . Moreau, id. 2e cl.
Beauvais . . . . Gosse, id 3e cl.

2e Arrondissement.

M. Badoureau ✻ (✿ A), Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Amiens.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Leturcq, comm. 3e cl.

Subdivision d'Amiens : Goeb (D.), contr. 2e cl.

3e Arrondissement.

M. Weiss, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Arras.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
Ponce, comm. 2e cl. | Merlen, comm. 4e cl.

Subdivision de : MM.
Arras, 1re . . . Cossange, contr. 4e cl.
Décatoire, id. 4e cl.
Fouré, id. 4e cl.

3e Arrondissement *bis*.

M. Fèvre, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Arras.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
N..., comm. | Masset, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.
Arras, 2e. . . . Drouot, contr. 3e cl.
Roux, id. 4e cl.
Béthune. . . . . Masson, id. 3e cl.

4e Arrondissement.

M. Chapuy, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Lille.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
Dupont, comm. 3e cl. | Delobel, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.
Lille, 1re . . . Lefèvre, contr. ppal.
id. 2e . . . . Potaux, id. 2e cl.
id. 3e . . . . Lemoine, id. 4e cl.
id. 4e . . . . Gilotaux, id. 4e cl.

5e Arrondissement.

M. Aubert, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Valenciennes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
Crombez, comm 3e cl. | Lixon, comm. 4e cl.
Couillet, id. 4e cl.

Subdivisions de : MM.
Valenciennes, 1re Lafont, contr. ppal.
id. 2e Lenglet, id. 4e cl.
Douai . . . . . . Poteau, id. 2e cl., *d.s.*

Exploitation commerciale : MM. Duplan (Paul) (✪ I), Insp. princ. ; Allary ✻ (✪ A) *id.* — Paris.

1re *Circonscription*. . . . MM. Guénée ✻, Inspecteur particulier. . . . Paris.
2e *id.* . . . . N..., id. . . . . Douai.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Vieillard de Boismartin, 1re cl.	Paris.
Du Bled ✻, 2e cl.	Paris.
Tauzier ✻ ✠ (✪ A), 2e cl.	Paris.
Caillat, 2e cl.	La Chapelle.
Danschager ✻ ✠, 3e cl.	Pontoise.
N..	Creil.
Bergez ✻, 4e cl.	Beauvais.
Moulard, 4e cl.	Clermont (Oise).
Manhes ✻, 2e cl.	Compiègne.
Ducamin ✻, 1re cl.	Montdidier.
Bonniol, 2e cl.	Crépy-en-Valois.
Mareerou ✻ (✪ A), 1re cl.	Soissons.
Blasse, 3e cl.	Tergnier.
N..	Laon.
Muller (A.) ✻, 4e cl.	Amiens.
Vautrain ✻, 4e cl.	Amiens.
Chanet ✻, 2e cl.	Abbeville.
Vilt, 2e cl.	Rouen.
Dumont, 1re cl.	Eu.
Deville (E.), 4e cl.	Arras.
Revillet, 4e cl.	Arras.
Muller (L.), 3e cl.	Béthune.
Roger, 3e cl.	Boulogne.
Duméril, 1re cl.	Lille.
Derez, 3e cl.	Lille.
Monarq, 4e cl.	Lille.
Blondiaux ✻, 2e cl.	Douai.
Progher, 4e cl.	Armentières.
Boissière, 2e cl.	Dunkerque.
Perlié ✻, 2e cl.	Calais.
Grégoire, 4e cl.	Valenciennes.
N...	Somain.
Masson, 3e cl.	Maubeuge.
Précheur ✻, 2e cl.	Cambrai.

3° CHEMINS DE FER DE L'OUEST ET DE CEINTURE ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

DIRECTION : M. DEMOUY ✱, Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Leboucq,	cond.	2e cl.
Beaugeois,	comm.	1re cl.
Annoyer,	id.	3e cl.
Beaufils,	comm.	3e cl.
Belperche,	id.	3e cl.
Châtelain,	id.	3e cl.

§ 1er. CHEMINS DE FER DE L'OUEST ET DE CEINTURE ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT.

Travaux neufs et entretien : M. Chabert ✱, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Eyrolles,	cond.	3e cl.
Lebas (✱ A),	comm.	1re cl.
Bondu,	id.	3e cl.
Lebègue,	comm.	3e cl.
Lécaille,	id.	4e cl.

1er Arrondissement.

M. Bresse, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), d. s., à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Ricada,	cond.	ppal.
Bonnin,	comm.	3e cl.
Guétrier,	comm.	3e cl.
Pitet,	id.	4e cl.

Subdivisions de :	MM.		
Paris, 1re . . .	Proust,	cond.	ppal.
id. 2e. . . .	Brémond,	id.	1re cl.
id. 3e. . . .	Prieur,	id.	1re cl.
id. 4e. . . .	Beaudeloux,	id.	ppal.

2e Arrondissement.

M. Dupont, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), d. s., à Rouen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Godefin, comm., 3e cl.

Subdivisions de :	MM.		
Rouen.	Marchand,	cond.	3e cl.
Évreux	Blanquet,	id.	3e cl.

3e Arrondissement.

M. Barbé (Jules), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), d. s., à Caen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Trouplin (M.), comm. 4e cl.

Subdivisions de :	MM.		
Caen, 1re . . .	Lavalley,	cond.	ppal.
id. 2e. . . .	Deschâteaux,	id.	3e cl.

4e Arrondissement.

M. Nanot, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), d. s., au Mans.

Subdiv. du Mans : M. Pinguet, cond. 1re cl.

5e Arrondissement.

M. Lecomte ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), d. s., à Laval.

Subdiv. de Laval : M. Chartier, cond. 1re cl.

6e Arrondissement.

M. Michel (Gaston), Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), d. s., à Rennes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Planchais, cond. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Avranches. . . . N..., cond.
Rennes. . . . . . Bessy, id. 1re cl.

7e Arrondissement.

M. Métour, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), d. s., à Morlaix.

Subdiv. de Morlaix : M. Troadec, cond. 1re cl.

Exploitation technique : M. Pelletan ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Mines, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Monneret, cond. ppal.
de Kerpezdron ✻, cond. 1re cl.
Lajoux, comm. 3e cl.
N. id.

1er Arrondissement.

M. Pérard, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), d. s., à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Pancrazi, comm. 3e cl. | Goudal, comm. 3e cl.

MM.

Subdiv. de Paris. Decressain, contr. 1re cl.; Gouéry, id. 2e cl.; Pluyette, id. 2e cl.

2e Arrondissement.

M. Boell, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Rouen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Trouplin (R.), comm., 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Le Havre. . . . . Revel, contr. 1re cl.
Rouen, 1re et 2e . . Flandrin, id. 3e cl.; Dionot, id. 4e cl.
Évreux. . . . . . . Girod, id. 2e cl.

3e Arrondissement.

M. Lecornu ✻ (🙰 A), Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Caen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Danglard, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Caen. . . . . . . Scheffler, contr. 1re cl.
Flers . . . . Yvart, id. ppal

4e Arrondissement.

M. Bernheim, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), au Mans.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Poupard, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Le Mans. . . . . Corriol, contr. 1re cl.; Fourmond, id. 2e cl.
Rennes . . . . . . Chevreul, id. 3e cl.
Brest . . . . Bolo, id. 3e cl.

Exploitation commerciale : M. Marie ✻, Inspecteur principal, à Paris.

1re *Circonscription*. . . .	MM.	Ventou-Duclaux,	Inspecteur particulier.	Paris.
2e *id.*		Devesly,	id.	Paris.
3e *id.*		de Rolland (✪ A),	id.	Paris.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Lacoste, 1re cl.	Paris (St-Lazare).	Marlier ✻, 4e cl.	Saint-Brieuc.
Cambuzat ✻, 3e cl.	Paris (St-Lazare).	Letarque, 1re cl., *d. s.* . . .	Paris-Montparnasse.
Lemaître ✻, 4e cl.	Paris (St-Lazare).	Durand ✻, 3e cl., *d. s.* . . .	Paris-Montparnasse.
Peltier, 3e cl.	Paris-Anteuil.	Mac-Auliffe, 1re cl.	Versailles-Chantiers.
Goudert ✻, 4e cl.	Argenteuil.	Siméon ✻, 3e cl.	Versailles-Chantiers.
Bille ✻, 2e cl.	St-Germain.	Chabord ✻, 4e cl..	Laigle.
Chénault ✻, 3e cl.	Paris-Batignolles.	Vallette ✻, 4e cl.	Saint-Lô.
N...	Gisors.	Lemaréchal ✻, 1re cl.. . . .	Argentan.
Puff, 3e cl.	Poissy.	Martin (Célestin), 4e cl.. .	Flers.
Diehl ✻, 4e cl.	Mantes.	Martineau (H.) ✻, 1re cl. .	Granville.
La Madeleine, 4e cl. . . .	Rouen (R. D.).	N...	Domfront.
Catala ✻, 4e cl.	Rouen (R. G.).	Lecomte (J.), 1re cl. . . .	Chartres.
Lereuil, 4e cl.	Elbeuf.	Roidot ✻, 1re cl.	Nogent-le-Rotrou.
Lecor ✻, 4e cl.	Pont-l'Evêque.	Quétin ✻, 1re cl.	Le Mans.
Lamoureux ✻ ✻, 1re cl. .	Dieppe.	Hartmann ✻, 1re cl. . . .	Le Mans.
N...	Yvetot.	Lhotelier ✻, 4e cl.	Dreux.
Billon, 1re cl.	Le Havre.	Gardot ✻, 4e cl.	Sablé.
Fauque, 4e cl.	Le Havre.	N	Segré.
de Fossey (O ✻), 3e cl.. .	Évreux.	Brisset, 2e cl.	Angers-St-Serge.
Rochet, 1re cl.	Bernay.	Johan, 3e cl..	Laval.
Guittonneau ✻, 1re cl. . .	Lisieux.	Collin de la Contrie, 4e cl.	Mayenne.
Gatimel ✻, 4e cl.	Caen.	Brisard, 1re cl.	Alençon.
du Merle, 1re cl.	Bayeux.	Marion ✻, 4e cl.	Vitré.
Lepetit ✻, 3e cl.	Cherbourg.	Le Bihan, 2e cl..	Morlaix.
Pigeat (N.), 2e cl.	Rennes.	Tesson ✻, 4e cl.	Brest.
Hertlein, 3e cl.	Rennes.	Poret, 1re cl.	Dinan.
Flandry, 2e cl.	Chateaubriant.	Thionnaire, 2e cl..	Avranches.
Clément, 3e cl.	Saint-Malo.	Marot ✻, 3e cl.	Mortagne.

§ 2. VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Brest.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Finistère.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 3e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Fronoc, 1re cl., *d. s.* . . . . Brest.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Brest.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Brest.

Port de Caen.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Quesnel, 1re cl., *d. s.* . . . . Caen.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Caen.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Caen.

Port de Cherbourg.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Manche.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Cherbourg.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Cherbourg.

Port de Dieppe.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 2e section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale de ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Jazé, 2e cl., *d. s.* . . . . Dieppe.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de en résidence à Dieppe.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Dieppe.

Port de Fécamp.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 1re section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Leleu, 3e cl., *d. s.* . . . . Fécamp.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Yvetot.

POLICE.

Les Maîtres de port de Fécamp.

Port de Granville.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Manche.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Dumouchel, 3e cl., *d. s.* . . . . Granville.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer en résidence à Granville.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Granville.

Port du Havre.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 1re section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Desprez, Ingénieur ordinaire de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.* Le Havre.

Conducteur :

Dubois, 3e cl., *d. n.* . . . . Le Havre.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence au Havre.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port du Havre.

Port de Honfleur.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Motte (Achille), 4e cl., *d. n.* Honfleur.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Pont-l'Evêque.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Honfleur.

Port d'Isigny.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Bayeux.

POLICE.

Le Maître de port d'Isigny.

Port du Légué.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Côtes-du-Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 3e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Brieuc.

POLICE.

Le Maître de port de Saint-Brieuc.

Port de Redon.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 1re section du service maritime du département de la Loire- nférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 3e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Guilbert, ppal, *d.* *s.* . . . . Redon.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rennes.

POLICE.

Le Maître de port de Redon.

Port de Rouen (rive gauche).

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service de la 4e section de la navigation de la Seine.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Cadart (Gaston) ✻, Ingén. ordin. de 1re classe (P. et Ch.), *d.* *s.* Rouen.

Conducteurs :

Lelong (Adolphe), 1re cl., *d.* *s.* Rouen. | Porchez (Ernest), 1re cl., *d.* *s.* Rouen.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer de Rouen (rive gauche.)

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Rouen.

Port de Saint-Malo-Saint-Servan.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département d'Ille-et-Vilaine.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 3e circonscription de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Maigné, 1re cl., *d. s.* . . . . Saint-Servan.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Malo.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Saint-Malo-Saint-Servan.

Port de Trouville.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale de ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Motte, 1re cl., *d. s.* . . . . Trouville.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Pont-l'Évêque.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Trouville.

4° CHEMIN DE FER DE L'EST ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT.

DIRECTION : M. Massieu (O ✻) (✪ I), Inspect. général de 2e classe des Mines, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Guiot, cond. ppal.	Paris, comm. 3e cl.
Giroux id. 2e cl.	N..., id.
Hardy (L.), id. 2e cl.	
Morin (A.), id. 2e cl.	

Travaux neufs et entretien : M. Weisgerber ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Leroy, cond. ppal.	Danloup, comm. 2e cl.
Bourdin, id. 3e cl.	Simon (L.), id. 4e cl.
	N..., id.

1re Subdivision de Paris (Archives centrales). — M. Fleury, cond. 1re cl.

1er Arrondissement.

M. Getten, ✻, Ingén. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Baur, cond. 3e cl. | Maillot, comm. 2e cl. | Duquenne, id. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Paris, 2e...	Tollet (C.) (O ✻), cond. ppal.
id. 3e...	Deboves, id. ppal.
Troyes...	Leloup, id. ppal.
St-Dizier...	Jacquinot, id. 1re cl.

2e Arrondissement.

M. Claise, Ingén. ordin. de 3e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Mézières.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Trevelot, cond. ppal, *d. n.* | Piraux, com. 3e cl., *d. n.*
Kerler, id. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Reims.....	Gibassier, cond. ppal.
Mézières...	Kerler, id. 4e cl., *d. n.*

3e Arrondissement.

M. Monet, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Nancy.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Macaire (A.), cond. ppal. | Macaire (A.), com. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Nancy, 1re..	Boquel, cond. ppal.
id. 2e..	Macaire (A.), id. ppal., *d. n.*
id. 3e..	de Gironcourt, id. ppal.

4e Arrondissement.

M. Jacquinot, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Vesoul.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Pierrot, cond. 3e cl., *d. n.* | Simon (J.), com. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Chaumont......	Boygues, cond. ppal.
Vesoul........	Dubret, id. 1re cl.

Exploitation technique : M. Nivoit ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. D'Ivanoff, cond. 1re cl.
Lemoine, id. 3e cl.
Dufour, comm. 2e cl.

1er Arrondissement.

M. Janet (✪ A), Ingén. ordin. de 2e cl. (Mines), *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Labeyrie (Léon) ✻, contr. ppal, *d. n.*
Guillaumard, comm. 4e cl.

Subdivisions de :	MM.	
Paris . . .	Goeb (J.),	contr. 2e cl., *d. n.*
Meaux . . .	Coste,	id. 3e cl.
Epernay . .	Labeyrie (A.),	id. ppal.
Troyes . . .	Marchal,	id. 3e cl.

2e Arrondissement.

M. Henriot ✻, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Reims.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Lemaire, comm. stag.

Subdivisions de :	MM.	
Reims	Vaillant,	contr. 2e cl.
Mézières	Watrin,	id. 1re cl.
Charleville . . .	Foucault,	id. ppal.
Bar-le-Duc	Mermillod,	id. 1re cl.

3e Arrondissement.

M. Cousin, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Nancy.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Baum, comm. 3e cl.

Subdivisions de :	MM.	
Nancy 1re	Schmidt,	contr ppal.
id. 2e	Pierron,	id. 1re cl.
id. 3e	Granddidier,	id. 4e cl.
Epinal	Pierrat,	id. 1re cl.
Bar-le-Duc . . .	Mermillod,	id. 1re cl., *d. n.*

4e Arrondissement.

M. Villain, Ing. ord. de 2e cl. (Mines) à Vesoul.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Beutot, comm. 3e cl. | Larget, comm. 3e cl.

Subdivisions de :	MM.	
Belfort	Bonnaymé,	contr. ppal.
Vesoul	Chalot,	id. ppal.
Chaumont . .	Préchey,	id. ppal.
Troyes	Marchal,	id. 3e cl., *d. n.*

Exploitation commerciale : M. Demay ✻, Inspecteur principal, à Paris.

1re *Circonscription*	MM. Bicheron,	Inspecteur particulier	Paris.
2e *id.*	de Bizemont,	id.	Paris.
3e *id.*	Jassada,	id.	Nancy.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

de la Londe, 2e cl.	Paris (Est).
Sautier ✻, 3e cl.	Paris (Est).
Romain, 4e cl.	Paris (Est).
Breton (H.), 3e cl.	Paris-Bastille.
Tavera, 4e cl.	Paris-Bastille.
Remy, 1re cl.	Meaux.
Moriset ✻, 2e cl.	Château-Thierry
Martin (Jean), 3e cl.	Epernay.
Castelnovo ✻, 2e cl.	Châlons.
Bivert (O ✻), 4e cl.	Vitry-le-François
Philbert ✻, 2e cl.	Bar-le-Duc.
Divin ✻, 4e cl.	Commercy.
Butor ✻, 1re cl.	Nancy.
Rose ✻, 3e cl.	Nancy.
Algan, 2e cl.	Lunéville.
Beaujard ✻, 2e cl.	Reims.
Aigueperse ✻ ✻, 4e cl	Reims.
Pigeat, 3e cl.	Amagne.
Cerquand, 2e cl.	Charleville.
Jonet ✻, 3e cl.	Charleville.
Bucquoy ✻ ✻, 3e cl.	Sedan.
Driesbach, 4e cl.	Longuyon.
Duème, 3e cl.	Ste-Menehould.
Maillard ✻, 4e cl.	Verdun.
Duchêne, 4e cl.	Conflans-Jarny.
Liévin, 1re cl.	Esternay.
N...	Sézanne.
Cornillion ✻, 4e cl.	St-Dizier.
Bourguignon, 4e cl.	St-Dizier.
Bonhoure, 2e cl.	Neufchâteau.
N...	Neufchâteau.
Simon ✻, 3e cl.	Contrexéville.
Prod'homme ✻, 3e cl.	Mirecourt.
Hurel ✻ ✻, 3e cl.	Épinal.
Gérardin, 4e cl.	Épinal.
Louvenard, 2e cl.	Aillevilliers.
Quoniam ✻, 1re cl.	St-Dié.
Cazal, 2e cl.	Gretz.
Baudoin de St-Georges, 1re cl.	Bar-sur-Aube.
Lebœuf, 2e cl.	Nogent-s.-Seine.
Gacher ✻, 1re cl.	Troyes.
Poncelet ✻, 2e cl.	Troyes.
Henry ✻, 4e cl.	Chaumont.
Ballas, 4e cl.	Langres.
Rossat ✻, 4e cl.	Vesoul.
Cusin ✻ ✻, 3e cl.	Belfort.
Lengellé, 4e cl.	Bar-sur-Seine.
Hugot, 1re cl.	Is-sur-Tille.
Maldidier ✻, 4e cl.	Gray.

5° CHEMIN DE FER D'ORLÉANS ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT. — CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

DIRECTION : M. RICOUR (O ✻), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Blanpain ✻, cond. ppal.
Villaumé, id. ppal.
Le Conte, id. 3e cl.
Ruault, id. 3e cl.
Endrès, comm. 1re cl.
Massoulier, id. 1re cl.
Varlet, id. 1re cl.
N..., id.

§ 1er. CHEMIN DE FER D'ORLÉANS ET LIGNES DIVERSES QUI S'Y RATTACHENT.

Travaux neufs et entretien : M. d'Ussel ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Rigaud, cond. 1re cl.
Carré, id. 3e cl.
Bénard, comm. 2e cl.
Bonnamy, comm. 2e cl.
Gié, id. 3e cl.
Bourel, id. 4e cl.

Arrondissement de Paris.

M. Rousseau (Henri), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. François, cond. 2e cl.

Subdivisions de : MM.
Paris, 1re. . . . . . Bosramier, cond. ppal.
id. 2e. . . . . . Haby, id. 4e cl.

Arrondissement de Tours.

M. Gauthier, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Tours.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Roguet, comm. 1re cl.

Subdivisions de : MM.
Tours . . . . . . Roger, cond. ppal.
Poitiers . . . . . Dorat, id. 3e cl. *d.* ✻.

Arrondissement de Nantes.

M. Moissenet, Ingén. ordin. de 2e cl, (P. et Ch.), *d.* ✻, à Nantes.

Bureau de l'ingénieur ordinaire.

M. Lebesley, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.
Nantes, 1re . . Dupé, cond. 1re cl., *d.* ✻.
id. 2e. . . Goilard, id. 3e cl.
Angers. . . . . Petit (P.), id. ppal, *d.* ✻.

Arrondissement de Montluçon.

M. Dupin, Ingén. ordin. de 1re cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Montluçon.

Subdivisions de : MM.
Guéret . . . . . Duron, cond. ppal. *d.* ✻.
Montluçon, 1re . Picaud, id. 1re cl.
id. 2e . Peignes, id. 3e cl.

Arrondissement de Bordeaux.

M. Kauffmann, Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Jau, cond. 4e cl., *d. n.* | Miniconi, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Angoulême. Martin (Jean), cond. ppal.
Bordeaux . Bernatet, id. 2e cl., *d. n.*

Arrondissement de Périgueux.

M. Mesnager, Ing. ord., 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Périgueux.

Subdivisions de : MM.

Limoges. . . . . Rousier, cond. 1re cl.
Périgueux. . . . . . . Culot, id. ppal.

Arrondissement de Limoges.

M. Delage, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Limoges.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Chasseuil, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Clermont-Ferrand. Gaillard, cond. 2e cl.
Limoges . . . . . . Rousier, id. 1re cl., *d. n.*

Arrondissement de Toulouse.

M. Le Cornec ✱, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Toulouse.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Bernard, cond. 2e cl. *d. n.* | Musset, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Albi. . . . . Colombiès, cond. 1re cl.
Figeac . . . . . . Caillié, id. 3e cl.

Exploitation technique : M. Vicaire ✱, Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Mary, cond. ppal. | Lauricesque, comm. 1re cl. | Laverrière, id. 2e cl.

Arrondissement de Paris.

M. Lallemand ✱, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Sénéchal, com. 1re cl. | Prévot, com. 3e cl, *d. n.*

Subdivisions de : MM.

Paris. . . . . Bertrand, contr. 1re cl.
Orléans . . . Hamon, id. 2e cl., *d. n.*

Arrondissement de Tours.

M. Genty, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Tours.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Viette, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Tours. . . . . . Clavel, contr. 1re cl., *d. n.*
Poitiers . . . . Ravandet, id. 3e cl., *d. n.*

Arrondissement de Nantes.

M. Bochet (Adolphe), Ing. ord. de 2e cl., *d. n.* (Mines), à Nantes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fromentin, comm. 2e cl., *d. n.*

Subdivisions de : MM.

Nantes, 1re. Lambert (✪ A), contr. 4e cl., *d. n.*
id. 2e. Bosdecher (✱ M. A.), contr. 1re cl., *d. n.*
id. 3e. Radigois, contr. 1re cl., *d. n.*
Brest. . . . Bolo, id. 3e cl., *d. n.*

Arrondissement de Bourges.

M. Nadal, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Bourges.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Robert (L.), comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Bourges. . . . Coret (✪ A.), contr. 2e cl.
Guéret . . . . Pommier, id. 4e cl.
Montluçon . . Varin, id. 2e cl.

Arrondissement de Bordeaux.

M. Beaugey, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), *d. s.*, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Duranton, com. 1re cl., *d. s.* | Dupuy, com. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.
Bordeaux, 1re	Cazenave, contr. ppal.
id. 2e.	Duverdier, id. 4e cl., *d s.*
Périgueux . .	Jacquin, id. 2e cl.
Angoulême . .	Vollot, id. 1re cl., *d. s.*
Limoges . . .	Bazin, id. 3e cl.

Arrondissement de Clermont-Ferrand.

M. de Béchevel, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Clermont-Ferrand.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Gritty, comm. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.
Clermont-Ferrand, 1re.	Seignobosc, contr. 1re cl.
id. 2e.	Petitjean, id. 2e cl.

Arrondissement de Rodez.

M. Herscher, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Rodez.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Lespinasse, comm. 4e cl.

Subdivisions de :	MM.
Aubin	Brossette, contr. ppal.
Cahors	Gardes, id. 2e cl.
Decazeville	Abadie, id. 3e cl.
Rodez	Vernhettes, id. 4e cl.

Exploitation commerciale : MM. Jardon, Inspecteur principal, } Paris.
Bochet, *id.* }

1re *Circonscription* . . .	MM. de la Borde,	Inspecteur particulier. . .	Paris.
2e *id.* . . .	Laplaiche,	id. . . .	Paris.
3e *id.* . . .	Armbruster ✻,	id. . . .	Orléans.
4e *id.* . . .	Pujol ✻,	id. . . .	Bordeaux.
5e *id.* . . .	N...,	id. . . .	

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.	
Gaujard ✻, 2e cl.	Paris-Orléans.
de Bonne, 2e cl.	Paris-Orléans.
N...	Paris-Orléans.
Roux-Fouillet ✻, 3e cl. . .	Paris-Ivry.
Triboulet, 2e cl	Paris-Sceaux.
Coppé ✻, 3e cl.	Juvisy.
Lefranc ✻, 3e cl., *d. s.* . .	Orléans.
Dervaux ✻, 4e cl., *d. s.* . .	Orléans.
Noirjean, ✻ ✠, 4e cl., *d. s.*	Orléans.
Jouffrey ✻, 4e cl.	Blois.
Granger ✻, 4e cl., *d. s.* . . .	Vendôme.
Laire ✻, 2e cl.	Vierzon.
N.	Vierzon.
Cadilhac, 4e cl.	Bourges.
Latapie ✻, 3e cl.	Châteauroux.
Mossier, 4e cl.	Saint-Amand.
Sibille ✻, 3e cl.	Montluçon.
Amouroux, 4e cl.	Montluçon.
Dupuy (Léon), 3e cl.	Gannat.
Dupuy (Alex.), 1re cl. . . .	Guéret.
Dessoyer ✻, 2e cl.	Limoges.
Escalup, 2e cl.	Limoges.
Mansais ✠, 1re cl.	Tours.
Michel, 2e cl.	Tours.
de Goislard de Monsabert, 1re cl.	Poitiers.
Lebas de Lacour, 1re cl. . .	Poitiers.
de Matha, 1re cl.	Albi.
Blanc ✻, 2e cl., *d. s.*	Château-du-Loir
Oliva ✻, 3e cl., *d. s.*	Saumur.

Commissaires (suite) :

Desfontaines ✻, 2ᵉ cl., *d. n.*	Angers.	Defond ✻, 4ᵉ cl.	Royat.
Manass ✻, 3ᵉ cl., *d. n.*	Angers.	Watrin ✻, 3ᵉ cl	Brive.
Chevilley, 3ᵉ cl., *d. n.*	Nantes.	Roussel ✻, 2ᵉ cl.	Brive.
Taste ✻ ☩, 3ᵉ cl., *d. n.*	Nantes.	Chaint, 1ʳᵉ cl.	Périgueux.
Audigier ✻, 2ᵉ cl.	Saint-Nazaire.	Chort, 2ᵉ cl.	Périgueux.
Lévêque (E.) ✻, 4ᵉ cl.	Redon.	Panouze ✻, 2ᵉ cl.	Cahors.
Odeyé ✻, 1ʳᵉ cl.	Vannes.	Lambœuf ✻, 4ᵉ cl.	Cahors.
Garineau ✻, 1ʳᵉ cl.	Lorient.	N.	Murat.
Denis ✻, 1ʳᵉ cl.	Quimper.	Bertrand (J.) ✻, 1ʳᵉ cl.	Aurillac.
Brudieux, 4ᵉ cl., *d. n.*	Ruffec.	Aymé ✻, 4ᵉ cl.	Capdenac.
Maurin, 3ᵉ cl., *d. n.*	Angoulême.	Clot, 4ᵉ cl.	Capdenac.
Grand-Didier ✻, 2ᵉ cl., *d. n.*	Angoulême.	Flourou, 4ᵉ cl.	Rodez.
Peltrizot ✻ ☩, 4ᵉ cl.	Bergerac.	Brouët ✻, 2ᵉ cl.	Gaillac.
N.	Libourne.	Ricardie ✻ ☩, 1ʳᵉ cl.	Montauban.
Couëtu, 2ᵉ cl.	Bordeaux	Treilhes, 1ʳᵉ cl.	Ussel.
Daure, 2ᵉ cl.	Bordeaux	Laieck, 4ᵉ cl.	Le Blanc.
Thouverez, 3ᵉ cl.	Bordeaux		

---

§ 2. CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

Lignes de : La Guerche à Châteaumeillant ; Sancoins à Lapeyrouse (section de Sancoins à Villefranche).

Travaux neufs et entretien : MM. d'Ussel ✻, Ingénieur en chef de 1ʳᵉ classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. (P. et Ch.). | Dupin, 1ʳᵉ classe, *d. n.* . . . . Montluçon.

Conducteur des Ponts et Chaussées :

Picaud, ppᵃˡ, *d. n.* . . . . Montluçon.

Exploitation technique : MM. Vicaire ✻, Ingénieur en chef de 1ʳᵉ classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. (Mines). | Nadal, 3ᵉ classe, *d. n.* . . . . Bourges.

Contrôleur des Mines :

Coret (✪ A), 2ᵉ cl. . . . . Bourges.

Exploitation commerciale : MM. Jardon, Inspecteur principal, *d. n.*, Paris.
Bochet, id. Paris.
Armbruster ✻, Inspect. particulier, *d. n.* . . . . Orléans.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaire :

Mossier, 4ᵉ cl., *d. n.* . . . . Saint-Amand.

---

§ 3. VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Bordeaux.

(Gare maritime et voies ferrées des quais de rive droite.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Gironde.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs principaux de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.
L'Inspecteur particulier de la 4e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

M. de Volontat, Ingén. ordin. de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.* Bordeaux.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

M. Lasserre, Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer de 4e classe, Bordeaux.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Bordeaux.

Port de Lorient.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Morbihan.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs principaux de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Lorient.

Voies ferrées des quais du bassin à flot. . . .	Surveillance commerciale.
Raccordement de la gare maritime avec la gare de Lorient.	Surveillance commerciale et police.

2° L'Officier de port de Lorient.

Voies ferrées des quais du bassin à flot. . . .	Police.

Port de Nantes.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 2e section du service maritime du département de la Loire-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs principaux de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

M. Cosmi, Ingén. ordin. de 2e classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Nantes.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Nantes.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Nantes.

Port de Saint-Nazaire.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 1re section du service maritime du département de la Loire-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs principaux de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.
L'Inspecteur particulier de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Nazaire.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Saint-Nazaire.

6° CHEMIN DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, ET LIGNES DIVERSES QUI S'Y RATTACHENT. — CHEMINS DE FER DE LA CORSE, DÉPARTEMENTAUX ET DU SUD DE LA FRANCE. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE ET DU PORT DE ROANNE (Canal de Roanne à Digoin).

DIRECTION : M. LAX (C ✻), Inspecteur général de 2° classe des Ponts et Chaussées, à Paris (1).

Bureau de la Direction.

MM. Bonvin ✻, contr. ppal.	Liévin, comm. 2° cl.
Laurent, cond. 1re cl.	Luisin, id. 2° cl.
Sirot, id. 1re cl.	Vernède, id. 2° cl.
Gourvest, contr. 4° cl.	Seguin, id. 4° cl.

§ 1er. RÉSEAU DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT.

Travaux neufs et entretien : M. Pérouse ✻, Ingénieur en chef de 2° classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Colomb, cond. 1re cl.	Chanel, comm. 1re cl.
Monsel, id. 1re cl.	Philippon, id. 1re cl.
Sachot, id. 2° cl.	Robert (J.), id. 2° cl.
Noël, id. 2° cl.	Gauthier, id. 3° cl.

1er Arrondissement.

M. Monestier ✻ (✪ A), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Regnard, cond. 2° cl. | Elquinet, comm. 3° cl. | Trotin, id. 4° cl.

Subdivision d'Auxerre : M. Leau, cond. ppal.

2° Arrondissement.

M. Galliot, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Dijon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Reutchler, comm. 2° cl.

Subdivisions de : MM.

Dijon . . . . Bellet, cond. 1re cl.
Besançon . . . . Ponard, id. 2° cl.

3° Arrondissement.

M. Cléry, Ing. ord. de 2° cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Nevers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Villard, comm. 3° cl.

Subdivisions de : MM.

Nevers, 1re . . . . Voret, cond. ppal.
id. 2° . . . . Lefort, id. ppal.

4° Arrondissement.

M. Labaye, Ing. ord. de 2° cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Chalon-sur-Saône.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Buisson, cond. ppal. | Desprès, comm. 3° cl.

Subd. de Chalon : M. Vintousky, cond. 4° cl., *d. n.*

---

(1) *Le Directeur a également dans ses attributions l'inspection des services d'études, travaux et contrôles d'études et travaux des lignes en construction comprises dans le réseau de Paris à Lyon et à la Méditerranée.*

5e Arrondissement.

M. Autonne, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Lyon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Ulpat, comm. 2e cl.

Subdivisions de : MM.
Lyon, 1re. . . . . Venet, cond. ppal, *d. n.*
Saint-Etienne . . Carvès, id. 2e cl.

6e Arrondissement.

M. Clarard ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Lyon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bertrand, cond. ppal, *d. n.*

Subdivision de :
Lyon, 2e . . . . . . M. Cachet, cond. 2e cl.

7e Arrondissement.

M. Pendaries, Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Saint-Jean-de-Maurienne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Martinet, comm. 2e cl., *d. n.*

Subdivision de :
Chambéry . . M. Curtillet, cond. 1re cl., *d. n.*

8e Arrondissement.

M. Canat, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Grenoble.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Rambond, comm. 2e cl.

Subdivision de :
Grenoble. M. Tanon-Pélissier, cond. 1re cl., *d. n.*

9e Arrondissement.

M. Bardot, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Valence.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.
MM.
Guilhot, cond. 2e cl., *d. n.* | Thibaud, com. 3e cl.

Subdivision d'Avignon : M. Beff, cond. ppal.

10e Arrondissement.

M. Lamothe (✪ A), Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Nîmes.

Subdivisions de : MM.
Nîmes, 1re . . . . . . Ducros, cond. 2e cl.
id. 2e. . . . . . . Salze, id. 3e cl.

11e Arrondissement.

M. Denizet, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Marseille.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Montel (✪ A), cond. ppal, *d. n.*

Subdiv. de Marseille : M. Rebufat, cond. 1re cl.

12e Arrondissement.

M. Fouquet ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Nice.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Hérand, comm. 2e cl., *d. n.*

Subdivision de Nice : M. Andibert, cond. 3e cl.

Exploitation technique : M. Worms de Romilly ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Carriol, cond. ppal.
Jourdan, contr. 3e cl.
Decha, comm. 2e cl.
Beaupoil, id. 4e cl.
Thibault, id. 4e cl.

1er Arrondissement.

M. Fumey, Ing. ord. de 2e cl. *d. s.* (Mines), à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Peyronnet, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Paris, 1re. Ventou-Duclaux, cond. 2e cl.
id. 2e. . Jamet (✠ A.), contr. 3e cl.

2e Arrondissement.

M. Maison, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Dijon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bussière, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Dijon. . . . . Hoctin, contr. 1re cl.
Besançon. . . . . . . Lesprit, id. 1re cl.

3e Arrondissement.

M. de Béchevel, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), *d. s.*, à Clermont-Ferrand.

Subdivisions de : MM.

Clermont-Ferrand, 1re. Janton, cond. 1re cl.
id. 2e. Seignobosc (T.), contr. 1re cl. *d. s.*
Moulins. . . . . Bouguet, contr. 1re cl.

4e Arrondissement.

M. Leclère, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Chalon-sur-Saône.

Subdivisions de : MM.

Le Creusot. . . . . . Soudan, contr. ppal.
Chalon-sur-Saône 1re Pupier, id. 3e cl.
id. 2e. Fyot, id. 3e cl.

5e Arrondissement.

M. Coste, Ingén. ordin. de 3e cl. (Mines), à Saint-Etienne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bès, comm. stag.

Subdivisions de : MM.

Saint-Etienne, 1re. Gruet, contr. 1re cl.
id. 2e. . Gayet, id. 4e cl.

5e Arrondissement (bis).

M. Leproux, Ingén. ordin. de 3e cl. (Mines), à Saint-Etienne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Martel, comm. 1re cl.

Subdiv. de Rive-de-Gier : M. Lavé, contr. ppal.

6e Arrondissement.

M. Dougados, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Rive-de-Gier.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Joseph, comm. 1re cl., à *Lyon*. | Schreiner, comm. 3e cl., à *Lyon*.

Subdivisions de : MM.

Lyon, 1re . . . . Repelin, contr. ppal.
id. 2e . . . . Seignobosc (L.), id. 4e cl.

7e Arrondissement.

N..., Ing. ord., à Chambéry.
(*L'intérim est fait par* M. Goddard, *contrôleur.*)

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Burgos, comm. 2e cl.

Subdivision de :

Chambéry. . . M. Burgos, comm. 2e cl., *d. s.*

8e Arrondissement.

M. Primat, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Grenoble.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Lafay, comm. 3e cl.

Subdivisions de : MM.

Grenoble, 1re . . . Bourdon, contr. ppal.
id. 2e. . . . Harbulot, id. 3e cl.
Briançon. . . . . . Berthon, id. 4e cl.

9e Arrondissement.

M. Liénard, Ingén. ordin. de 3e cl. (Mines), à Valence.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. de Pézenas de Bernardy, comm. 4e cl.

Subdivisions de : MM.

Privas . . . . Thomas, contr. ppal.
Valence. . . . . Vaillot, id. 2e cl.

10e Arrondissement.

M. Prost, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Alais.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Barrial, comm. 3e cl.

Subdivisions de :	MM.
Alais, 1re	Bonnes, contr. 2e cl.
id. 2e.	Bertharion, id. 2e cl.
id. 3e.	Domergue, id. 3e cl.

11e Arrondissement.

M. Séligmann-Lui, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Marseille.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Feautrier, comm. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.
Marseille, 1re	Albin, contr. ppal.
id. 2e.	Boutes, id. 2e cl.
id. 3e.	Gomot, id. 3e cl.

12e Arrondissement.

M. Nentien, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Nice.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Ravaudet, comm. 3e cl.

Subdivision de Nice : M. Liévin, contr. 2e cl.

Exploitation commerciale : MM. d'Ivernois, Inspecteur principal. } Paris.
David ✱, *id.*

1re *Circonscription* . . .	MM. Wagner (✪ A),	Inspecteur particulier . .	Paris.
2e *id.* . . .	Marcel,	*id.* . .	Paris.
3e *id.* . . .	Pietra-Santa,	*id.* . .	Lyon.
4e *id.* . .	Baudouin,	*id.* . .	Avignon.
5e *id.* . . .	Laverdet,	*id.* . .	Marseille.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Binecher ✱, 2e cl.	Paris.
Lory ✱, 3e cl.	Paris.
Méha ✱, 4e cl.	Paris-Bercy.
Lévêque, 1re cl.	Paris-Bercy.
Bonnefoy ✱ (✪ I), 3e cl.	Paris-Bercy.
Gény ✱ ✠, 4e cl.	Melun.
Chédeville, 3e cl.	Moret.
Haag ✱, 3e cl.	Sens.
Widenhorn ✱, 3e cl. . . .	Sens.
Deforceville ✱ ✠, 3e cl. .	Tonnerre.
Frère ✱, 1re cl.	Corbeil.
Jombert, 1re cl.	Montargis.
Galliot ✱ ✠, 3e cl.	Cosne.
Fermier ✱, 1re cl.	Auxerre.
N.	Clamecy.
Condemine ✱, 3e cl.	Avallon.
Weber (Jean) ✱, 4e cl. .	Montbard.
Dronel ✱, 1re cl.	Dijon.
Ferret ✱, 4e cl.	Dijon.
Guerrin ✱ ✠, 3e cl. . . .	Auxonne.
Dieudonné ✱, 4e cl. . . .	Dôle.
Quétier-Labrière ✱, 2e cl.	Dôle.
Greys ✱, 1re cl.	Besançon.
Launois ✱, 2e cl.	Besançon.
N.	Montbéliard.
Rybinski, 3e cl.	Salins.
Diethelm ✱, 4e cl.	Pontarlier.
N.	Morteau.
Giat, 1re cl.	Nevers.
de Saint-Didier, 1re cl. . .	Nevers.
Deconais, 3e cl	Moulins.
Carbonneau ✱, 3e cl. . . .	Moulins.
Servant, 4e cl.	Saint-Germain-des-Fossés.
Dupuy (Léon), 3e cl., *d.* s.	Gannat.
d'Auzolles, 1re cl.	Clermont-Ferrand.
Grimardias, 1re cl.	Clermont-Ferrand.
Burthon, 4e cl.	Brioude.
Chaillet ✱, 1re cl.	Vichy.
Roche, 4e cl.	Thiers.
Müller (T.) ✱, 4e cl. . . .	Autun.
Pialoux, 3e cl.	Paray-le-Monial.
Lemosy, 3e cl.	Chagny.
Yvon ✱, 1re cl.	Chalon-s.-Saône.

Morel ✱, 2ᵉ cl.	Mâcon.
Hamon ✱, 3ᵉ cl.	
Ramboz ✱, 4ᵉ cl.	Louhans.
Moncaup ✱, 2ᵉ cl.	Lons-le-Saulnier.
Aureyre, 2ᵉ cl.	Roanne.
Aymonin ✱, 4ᵉ cl.	Montbrison.
Couat ✱, 4ᵉ cl.	Le Puy.
Chorel, 3ᵉ cl.	St-Étienne.
Vidal (C.), 4ᵉ cl.	
Parmilleux, 2ᵉ cl.	Givors.
Del'hôpital ✱, 4ᵉ cl.	Tarare.
Masclary ✱, 3ᵉ cl.	Lyon-Vaise.
Masure, 3ᵉ cl.	
Berlioz, 2ᵉ cl.	Lyon-Perrache.
Brosse ✱, 3ᵉ cl.	
Dufresne ✱, 2ᵉ cl.	Lyon-Guillotière.
Delbèze, 1ʳᵉ cl.	Lyon-Brotteaux.
Dupont ✱ ✠, 2ᵉ cl.	Lyon-St-Paul.
Leydier, 2ᵉ cl.	Lyon-Croix-Rousse
Joudou ✱, 1ʳᵉ cl.	St-Rambert-d'Albon.
Ailland, 4ᵉ cl.	Ambérieu.
Donzelle ✱ ✠, 3ᵉ cl.	Bourg.
Milou, 4ᵉ cl.	Culoz.
Benoit, 4ᵉ cl.	Bellegarde.
Bouquant ✱, 3ᵉ cl.	Thonon.
Fouques, 2ᵉ cl.	Annecy.
Burlet, 4ᵉ cl.	Chambéry.
Reynaud, 4ᵉ cl.	Modane.
Marchand ✱, 2ᵉ cl.	Bourgoin.
Favre ✱, 2ᵉ cl.	Voiron.
Micot ✱, 2ᵉ cl.	Grenoble.
N.	
Jomain ✱, 2ᵉ cl.	Gap.
Lyon, 1ʳᵉ cl.	Sisteron.
Mareschal ✱, 1ʳᵉ cl.	Valence.
Audibert ✱, 2ᵉ cl.	
Dubois ✱, 3ᵉ cl.	Montélimar.
Poisot, 1ʳᵉ cl.	Avignon.
Vidal (I.), 2ᵉ cl.	
Denier, 4ᵉ cl.	Tournon.
Poujol, 3ᵉ cl.	Privas.
Buisson ✱, 1ʳᵉ cl.	Le Teil.
N...	Langogne.
Pattus, 2ᵉ cl.	Alais.
Sirven, 2ᵉ cl.	
Bermond de Vachères, 1ʳᵉ cl.	Montpellier.
Mozziconacci, 1ʳᵉ cl.	
Lambert ✱, 1ʳᵉ cl.	Cette.
Fages, 1ʳᵉ cl.	Lunel.
Dellard, 1ʳᵉ cl.	Nimes.
Deyber ✱, 2ᵉ cl.	
Randon, 3ᵉ cl.	Remoulins.
Turrier, 3ᵉ cl.	Tarascon.
Gent, 4ᵉ cl.	Arles.
Raffin ✱ ✠, 2ᵉ cl.	Marseille.
Pierre, 3ᵉ cl.	
Galière, 4ᵉ cl.	
Imbert ✱, 4ᵉ cl.	
Chabaud, 3ᵉ cl.	Aubagne.
Daniel ✱, 4ᵉ cl.	Toulon.
Danillon, 3ᵉ cl.	
Martel ✱, 4ᵉ cl.	Les Arcs.
Martineau ✱, 1ʳᵉ cl.	Cannes.
Eichacker, 4ᵉ cl.	Nice.
Prospéri ✱ ✠, 4ᵉ cl.	
Reynaud de Trets, 1ʳᵉ cl.	Menton.
Combernoux, 3ᵉ cl.	Cavaillon.
N...	Pertuis.
Gay, 1ʳᵉ cl.	Aix.
Jourdan, 4ᵉ cl.	

---

§ 2. CHEMINS DE FER DE LA CORSE.

Travaux neufs et entretien : M. Pérouse ✱, Ingénieur en chef de 2ᵉ classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

1ᵉʳ Arrondissement.

M. Bourgougnon, Ing. ord. 2ᵉ cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Bastia.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Gonnot, comm. 3ᵉ cl.

Subdivisions de :	MM.
Bastia, 1ʳᵉ	Susini, cond. 2ᵉ cl.
id. 2ᵉ	Puccinelli, id. 1ʳᵉ cl., *d. n.*

2ᵉ Arrondissement.

N..., Ing. ord. (P. et Ch.), à Ajaccio

Subdiv. d'Ajaccio : M. Lavabre, cond. ppᵃˡ, *d. n.*

3ᵉ Arrondissement.

M. Dumoulin, Cond. ppᵃˡ, *f. f. d'Ing. ord.*, *d. n.*, à Calvi.

Subdivision de Calvi : M. Crudeli, cond. 3ᵉ cl., *d. n.*

Exploitation technique : M. Worms de Romilly ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

(Le service est divisé en trois arrondissements ayant les mêmes titulaires que pour le service des travaux neufs et d'entretien.)

Subdivision de Bastia : M. Besombes, contr. 2e cl.

Exploitation commerciale : MM. d'Ivernois, Inspect. princ., *d. n.* } Paris.
David ✻, *id.* *d. n.* } Paris.
Laverdet, Inspect. partic., *d. n.* Marseille.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM. Daunis, 4e cl. . . . . Bastia.
Filippini ✻, 1re cl. . . . . Corte.
Lavabre, cond., *d. n.*, *chargé provis. des fonctions de commissaire*. . . Ajaccio.

---

§ 3. CHEMINS DE FER DÉPARTEMENTAUX.

Lignes de : La Voute-sur-Loire à Yssingeaux; — La Voulte-sur-Rhône au Cheylard; — Tournon à Lamastre.

Travaux neufs et entretien : MM. Pérouse ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Ingénieurs ordin. (P. et Ch.). { Autonne, 1re classe, *d. n.* . . . . Lyon.
Bardot, 2e classe . . . . Valence.

Conducteur des Ponts et Chaussées :

Beff, ppal, *d. n.* . . . . Avignon.

Exploitation technique : MM. Worms de Romilly ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Ingénieurs ordin. (Mines) { Coste, 3e classe, *d. n.* . . . . Saint-Étienne.
Liénard, 3e classe . . . . Valence.

Contrôleur des Mines :

Thomas, ppal, *d. n.* . . . . Privas.

Exploitation commerciale : MM. d'Ivernois, Inspect. princ. *d. n.* } Paris.
David ✻, *id.* *d. n.* } Paris.
Piétra-Santa, Inspect. partic., *d. n.* Lyon.
Laverdet, *id.* *d. n.* Marseille.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.
Poujol, 3e cl., *d. n.* . . . . Privas.
Couat ✻, 4e cl., *d. n.* . . . . Le Puy.
Denier, 4e cl., *d. n.* . . . . Tournon.

---

§ 4. CHEMINS DE FER DU SUD DE LA FRANCE.

Lignes de : Meyrargues à Nice; — Digne à Nice (sections de Digne à Saint-André et de Puget-Théniers à Nice).

Travaux neufs et entretien : MM. Pérouse ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Ingénieurs ordin. (P. et Ch.). { Denizet, 1re classe, *d. n.* . . . . Marseille.
Fouquet ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Nice.

Conducteur des Ponts et Chaussées :

Audibert, 3e cl., *d. n.* . . . . Nice.

Exploitation technique : MM. Worms de Romilly ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Ingénieurs ordin. (Mines). { Séligmann-Lui, 2e classe, *d. n.* . . . . Marseille.
Nentien, 2e classe, *d. n.* . . . . Nice.

Contrôleur des Mines :

Claisse, 4e cl. . . . . Draguignan.

Exploitation commerciale : MM. d'Ivernois, Inspect. princ., *d. n.* } Paris.
David ✻, *id.* *d. n.* } Paris.
Baudouin, Inspect. partic., *d. n.* Avignon.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.					
Martel ✻,	4e cl., *d. n.* . . .	Les Arcs.	Lyon.	1re cl., *d. n.*	Sisteron.
Gay,	1re cl., *d. n.*	Aix.	Prospéri ✻ ✠,	4e cl., *d. n.*	Nice.
Jourdan,	4e cl., *d. n.*	Aix.	Eichacker,	4e cl., *d. n.*	Nice.
Martineau ✻,	1re cl., *d. n.*	Cannes.			

§ 5. VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE

Port d'Arles-Trinquetaille.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service spécial de la navigation du Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs princip. de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.
L'Inspecteur partic., *id.* en résidence à Marseille.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché, à la résidence d'Arles, au service de la navigation du Rhône.

Conducteurs :

MM. Masset, pp[al], *d. n.* . . . . Lyon.
Kowalski, 2[e] cl., *d. n.* . . . . . . Arles.
Andron, 3[e] cl., *d. n.* . . . . Arles.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer à la résidence d'Arles.

Voies établies en dehors de la limite du port.	Surveillance commerciale et police.
Voies et quais dans l'étendue du port.	Surveillance commerciale.

2° L'Officier et le Maître de port d'Arles.

Voies et quais dans l'étendue du port. . . . . | Police.

Port de Cette.

(Voies ferrées aboutissant à la gare des marchandises P.-L.-M.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de l'Hérault.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs princip. de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.
L'Inspecteur partic., *id.* en résidence à Marseille.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteurs :

MM. Castres, pp[al], *d. n.* . . . . . Montpellier.
Querbes, 1[re] cl., *d. n.* . . . . Cette.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer du réseau P.-L.-M., en résidence à Cette.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Cette.

Port de Marseille.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Bouches-du-Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs princip. de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.
L'Inspecteur partic., *id.* en résidence à Marseille.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

Les Ingénieurs ordinaires des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

Conducteurs :

MM. Enzière, 1re cl., *d. n.* . . . Marseille.
Lion, 2e cl., *d. n.* . . . . . *id.*
Guinard, 3e cl., *d. n.* . . . . . . Marseille.

Commis :

Roux (Albert), 3e cl., *d. n.* Marseille.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° M. Galière, Commissaire de surveillance administrative de 4e classe, *d. n.* à Marseille.

Gare du Port-Vieux. . . . . Embranchement reliant la gare du Port-Vieux à la gare du Prado (Paris-Lyon-Méditerranée) jusqu'à l'extrémité du tunnel donnant accès dans cette dernière gare	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées des quais du Port-Vieux.	Surveillance commerciale.

M. Raffin ✱ ✱, Commissaire de surveillance administrative de 2e classe, *d. n.*, à Marseille.

Gare maritime de la Joliette . . . . Embranchement de la Joliette jusqu'à la tête Est du pont sur rails de la rue Guibal, à son entrée dans la gare Saint-Charles (Paris-Lyon-Méditerranée).	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées de la concession du Dock-Entrepôt. Voies ferrées de la Compagnie du Dock-Entrepôt sur les quais de la Joliette, du Lazaret et d'Arenc. . . . . Voies ferrées de la gare maritime et du bassin National.	Surveillance commerciale.

2° Les Officiers et Maîtres de port de Marseille.

Voies ferrées des quais du Port-Vieux . . . . Voies ferrées de la concession du Dock-Entrepôt. Voies ferrées de la Compagnie du Dock-Entrepôt sur les quais de la Joliette, du Lazaret et d'Arenc . . . . Voies ferrées de la gare maritime et du bassin National.	Police.

Port de Saint-Louis-du-Rhône.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Bouches-du-Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs princip. de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.
L'Inspecteur partic., *id.* en résidence à Marseille.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Batard-Razelière, Ingénieur ordin. de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.* Marseille.

Conducteur :

Roseron, 2e cl., *d. n.* . . . . . . Port-de-Bouc.

Commis :

Beauchamp, 1re cl., *d. n.* . . . . . . Marseille. | Bouissin, 1re cl., *d. n.* . . . . Marseille.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Arles.

POLICE.

Le Maître de port de Saint-Louis-du-Rhône.

---

§ 6. VOIES FERRÉES DES QUAIS DU PORT DE ROANNE. (Canal de Roanne à Digoin.)

(Voies des quais en embranchement sur la ligne de Paris à Lyon par le Bourbonnais.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service du canal de Roanne à Digoin.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Les Inspecteurs princip. de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.
L'Inspecteur partic. de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Rolland de Ravel, Ingénieur ordin. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Roanne.

Conducteur :

Chavanis, 2e cl., *d. n.* . . . . Roanne.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaire :

M. Aureyre, 2e cl., *d. n.*, à Roanne.

7° CHEMIN DE FER DU MIDI ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE. — SERVICE DE LIQUIDATION ET PARACHÈVEMENT DE LA LIGNE DE TOULOUSE A BAYONNE ET EMBRANCHEMENTS.

DIRECTION : M. SALVA (O ✻), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de la Direction.

MM. Béquet (✪ A), cond. pp[al].
Richoux, id. pp[al].
Vidal (L.), id. 3e cl.

N..., commis.
N..., id.

§ 1er. RÉSEAU DU MIDI ET LIGNES QUI S'Y RATTACHENT.

Travaux neufs et entretien : M. Dieulafoy ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureaux de l'Ingénieur en chef.

MM. Delpy, cond. pp[al]. *Tarbes.*
Dellestable, id. 1re cl. *Paris.*
Canal, id. 3e cl. *id.*
Sicard, id. 3e cl. *id.*

Petit (E.), comm. 1re cl. *Paris.*
Fabre, id. 3e cl. *id.*
Lalanne, id. 2e cl. *Tarbes.*

1er Arrondissement.

M. Théry, Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Albi.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Gilabert, comm. 4e cl.

Subdivisions de . MM.
Albi, 1re . . . Lacroix, cond. 1re cl., *d. n.*
id. - 2e . . . Colombiès, id. 1re cl., *d. n.*

2e Arrondissement.

M. Cornac, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Carcassonne.

Subdiv. de Carcassonne : M. Favier, cond. pp[al].

3e Arrondissement.

M. Le Cornec ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Toulouse.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bouët, cond. 1re cl., *d. n.*

Subdivisions de : MM.
Toulouse, 1re. Delort, cond. 3e cl.
id. 2e Bernard, id. 2e cl. *d. n.*

4e Arrondissement.

M. Jullidière, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.* à Agen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Gourrague, comm. 3e cl., *d. n.*

Subdivisions de : MM.
Agen, 1re. . . . Brissaud, cond. pp[al].
id. 2e . . . . Charpentier, id. 1re cl.

5e Arrondissement.

M. de Volontat ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Ducos, cond. 1re cl., *d.* ✻.

Subdivisions de : MM.

Bordeaux, 1re. . . . Flauder, cond. 3e cl.
id. 2e . . . . Saint-Alary, id. ppal.

6e Arrondissement.

M. Malterre, Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), à Tarbes.

Subdivisions de : MM.

Tarbes. . . . . . . Vidal (H.), cond. 1re cl.
Saint-Gaudens. . . Rixens, id. 1re cl.

7e Arrondissement.

M. Massenet, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Bayonne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Brand, comm. 2e cl., *d.* ✻.

Subdivisions de : MM.

Bayonne, 1re. . . . . . Castets, cond. 2e cl.
id. 2e. . . . . . . Brazier, id. 3e cl.
Pau . . . . Pistor, id. 1re cl.

8e Arrondissement.

M. Cutzach, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d.* ✻., à Perpignan.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Roger, comm. 2e cl.

Subdiv. de Perpignan : M. de Casamajor (✪ A), cond. 3e cl., *d.* ✻.

9e Arrondissement.

M. Baldy ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d.* ✻., à Béziers.

Subdiv. de Béziers : M. Bonhomme, cond. 1re cl.

10e Arrondissement.

M. Faure (Camille), Ing. ord. de 2e cl., (P. et Ch.), *d.* ✻, à Millau.

Subdivisions de : MM.

Saint-Affrique . Vaissac, cond. 1re cl., *d.* ✻.
Millau . . . . . Artières, id. 3e cl., *d.* ✻.

Exploitation technique : M. Colin ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'ingénieur en chef.

MM. Haurie, cond. 2e cl.
Semeley, id. 4e cl.
Chabert, comm. 1re cl.
Mienne, id. 3e cl.
Sebire, id. 4e cl.

1er Arrondissement.

M. Beaugey, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), *d.* ✻., à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM.
Duranton, com. 1re cl., *d.* ✻. | Labarthe, com. 1re cl.

Subdiv. de Bordeaux : M. Cazenave, cont. ppal, *d.* ✻.

2e Arrondissement.

M. Mettrier, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Pau.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Pitté, comm. 2e cl. | Séré, comm. 2e cl.

Subdivisions de : MM.

Pau. . . . . Vion, contr. 2e cl.
Mont-de-Marsan. . . . Reboul, id. 2e cl.

3e Arrondissement.

M. Léon, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Albi.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fauch, comm. 4e cl.

Subdivision d'Albi : M. Galtier, contr. 2e cl.

4e Arrondissement.

M. Verlant, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Carcassonne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Raynaud, comm. 3e cl.

Subdiv. de Carcassonne : M. Pagès, contr. 2e cl.

5e Arrondissement.

M. Bernard, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Béziers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Chauvet, comm. 2e cl. | Bessens, comm. 2e cl.

Subdivisions de :	MM.		
Toulouse	Barrier,	contr.	pp^{al}.
Béziers	Rixens,	id.	1re cl.
Rodez	Guillot,	id.	3e cl.
Montpellier	Feyte,	id.	1re cl.
Prades	Finot,	id.	3e cl.

Exploitation commerciale : M. Noyrit ✱, Inspecteur principal, à Bordeaux (provt).

1re *Circonscription*. .	MM. Talbot,	Inspecteur particulier.	Bordeaux.
2e *id.*	Lacoste de l'Isle,	id.	Toulouse.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.	
Dussumier ✱, 2e cl. . . .	Bordeaux.
Rataboul, 2e cl.	Bordeaux.
Taris, 3e cl., *d. s.*	Bordeaux.
Sir, 3e cl.	Langon.
Villemin ✱ ✱, 2e cl. . . .	Marmande.
Dupouy, 2e cl.	Nérac.
Bouyre, 1re cl.	Agen.
Delrieu, 1re cl.	Montauban.
Fauré, 1re cl.	Toulouse.
Gaspard, 1re cl.	Toulouse.
Badie ✱, 2e cl.	Toulouse.
Saux, 2e cl.	Toulouse.
Linou, 3e cl.	Castelnaudary.
de Tulles ✱, 1re cl.	Castres.
Tournier (O ✱), 4e cl. . .	Carcassonne.
Bertrand (Jules), 4e cl. . .	Narbonne.
Audié ✱, 3e cl.	Béziers.
Duncan, 3e cl.	Agde.
Mathieu ✱, 2e cl.	Millau.
Brunel, 3e cl.	Mende.
Reversat, 4e cl.	Saint-Flour.
Balans, 3e cl.	Paulhan.
Fabre ✱, 2e cl.	Cette.
Houeix ✱, 3e cl.	Cette.
de Costa ✱, 3e cl.	Perpignan.
Weber, 3e cl.	Cerbère.
Charry ✱, 2e cl.	Foix.
Thuron, 4e cl.	Saint-Gaudens.
Dehoëy, 1re cl.	Montrejeau.
Larrieu, 4e cl.	Morcenx.
Lajoanio, 2e cl.	Bayonne.
Mangin ✱, 1re cl.	Hendaye.
Junqua (Urbain), 1re cl. .	Pau.
Clarac ✱, 3e cl.	Pau.
Comet, 3e cl.	Mont-de-Marsan.
Bouché de Vitray, 1re cl. .	Tarbes.
Debat-Ponsan ✱, 4e cl. . .	Auch.

§ 2. CHEMIN DE FER DU MÉDOC.

Travaux neufs et entretien : MM. Dieulafoy ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. (P. et Ch.) | Kauffmann, 3e classe, *d. n.*, Bordeaux.

Bureau de l'ingénieur ordinaire.

M. Chaigneau, comm. 3e cl., *d. n.*

Subdivision de Bordeaux : M. Bernatet, cond. 2e cl., *d. n.*

Exploitation technique : MM. Colin ✻ (I A), Ingénieur ordinaire de 1re classe des Ponts et Chaussées, *f. f. d'ing. en chef*, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. (Mines) | Beaugey, 2e cl., *d. n.* . . . . . Bordeaux.

Contrôleur des Mines :

Cazenave, ppal, *d. n.* . . . . Bordeaux.

Exploitation commerciale : MM. Noyrit ✻, Inspecteur principal, *d. n.*, à Bordeaux (provisoirement).
Talbot, Inspecteur particulier, à Bordeaux.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE :

Commissaire :

M. Duprat, 2e cl., Bordeaux.

---

§ 3. VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Bayonne.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime des départements des Landes et des Basses-Pyrénées.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.
L'Inspecteur partic. de la 1re circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Linguin, 3e cl., *d. n.* . . . . Bayonne.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer en résidence à Bayonne.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Bayonne.

Port de Bordeaux.

Voies de la gare maritime de Brienne à partir de l'alignement des façades du quai de Paludate; — Voies des quais de la rive gauche de la Garonne et du bassin à flot. (Chemin de fer du Midi.)

Voies du raccordement de la gare Saint-Louis avec les docks et quais du port. (Chemin de fer du Médoc.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Gironde.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.
L'Inspecteur partic. de la 1re circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. de Volontat ✻, Ingén. ordin. de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.* Bordeaux.

Conducteurs :

Bert, 1re cl., *d. n.* . . Bordeaux.
Ducos, 1re cl., *d. n.* . . id.
Fage, 3e cl., *d. n.* . . Bordeaux.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° M. Lasserre, Commissaire de surveillance administrative de 4e classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port	Surveillance commerciale.
Voies ferrées en dehors des limites du port. .	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officiers et Maîtres de port de Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port.	Police.

Port du Boucau.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime des départements des Landes et des Basses-Pyrénées.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.
L'Inspecteur partic. de la 1re circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port de Bayonne.

Conducteur :

M. Ramonbordes, ppal, *d. n.* . . Le Boucau.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer en résidence à Bayonne.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Bayonne et du Boucau.

Port de Cette.

(Voies établies sur le côté Nord du bassin de la Compagnie du Midi dans la longueur de ce bassin, entre le mur de quai et la 1re ligne de hangars; voies établies en dehors des clôtures du chemin de fer sur le côté sud du bassin de la Compagnie du Midi et sur les terre-pleins du Canal maritime; à l'intérieur des clôtures, les deux premières voies situées sur le bord du bassin jusqu'au droit de son extrémité Est.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de l'Hérault.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.
L'Inspecteur partic. de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Gayraud, 3e cl., *d. s.* . . . . Cette.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

M. Fabre ✻, Commissaire de surveillance administrative de 2e cl., *d. s.*, Cette.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Cette.

Port de Port-Vendres.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Pyrénées-Orientales.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.
L'Inspecteur partic. de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer en résidence à Cerbère.

Voies des quais	Surveillance commerciale.
Raccordement des voies des quais avec la ligne de Port-Vendres en Espagne	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officier et Maître de port de Port-Vendres.

Voies ferrées des quais	Police.

ALGÉRIE

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

CONTRÔLE ET SURVEILLANCE DE L'EXPLOITATION.

RÉSEAU DES CHEMINS DE FER ALGÉRIENS ET TUNISIENS.

MM. DONIOL (O ✻) (✪ A), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées *d. n.*, chargé de la Direction du service, à Paris.

Aguillon (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* (Mines), à Paris.

Lignes de : Sainte-Barbe-du-Tlélat à Ras-el-Ma ; — Arzew à Aïn-Sefra ; — La Senia à Aïn-Temouchent ; Aïn-Thizy à Mascara ; — Tabia à Tlemcen ; — Mostaganem à Tiaret.

CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Genty ✻, Ingénieur en chef de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Oran.

Ingénieurs ordin.	Leloutre, 1re classe (P. et Ch.), *d. n.*	Oran.
	Pincemaille, 2e classe (P. et Ch.), *d. n.* . . .	Mascara.
	Raby, 1re classe (P. et Ch.), *d. n.*	Mostaganem.
	Prat, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.*	Tlemcen.
	Colin de Verdière, 3e classe (Mines).	Oran.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Bonnel, ppal, *d. n.* . . . . *Oran.*
Dupuy (G.), ppal, *d. n.* . . . . . *Tiaret.*
Roux, 2e cl., *d. n.* . . . . *Arzew.*
Laroque, 1re cl., *d. n.* . . . . . . *Mostaganem.*
Arnould, 2e cl., *d. n.* . . . . . . *Saïda.*
Petit (A.), 3e cl., *d. n.* . . . . . . *Tlemcen.*

Contrôleurs des Mines :

Bouty (✪ A.), ppal . . . . *Oran.*
Stopin, 2e cl. . . . . *Mascara.*

INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✻, Inspecteur principal, à Paris.
Lescure, Inspecteur particulier, à Oran.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.
Bézalgues, 1re cl. . . . . *Saïda.*
N. . . . . *Relizane.*
Pianelli, 1re cl. . . . . *Oran.*
Vasseur ✻, 1re cl. . . . . . *Sidi-Bel-Abbès.*
Petit-Guyot, 2e cl. . . . . . . *Perrégaux.*

Lignes : d'Alger à Orléansville; — Orléansville à Oran.

CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Pouyanne (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe (Mines), à Alger.

Ingénieurs ordin. { Picard (Edouard), 2e classe, *d. n.* (P. et Ch.). Alger.
Leloutre, 1re classe, *d. n.* (P. et Ch.). . . . . . } Oran.
Colin de Verdière, 3e classe, *d. n.* (Mines) . . . } Oran.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Grillet, 1re cl., *d. n.* . . . . . . *Oran.* | Candèze, 1re cl., *d. n.* . . . . . *Alger.*

Contrôleurs des Mines :

Bouty (✪ A), ppal, *d. n.* . . . . *Oran.* | Bouvier, ppal . . . . *Alger.*

INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✻, Inspecteur principal, *d. n.*, à Paris.
Roch ✻, Inspecteur particulier, *d. n.*, à Alger.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.
Sizes, 1re cl. . . . . *Alger.*
Lano, 3e cl. . . . . *Blida.*
Jochem, 4e cl. . . . . *Orléansville.*
Pianelli, 1re cl., *d. n.* . . . . . *Oran.*
Francart, 2e cl. . . . . *Relizane.*

Ligne de Blida à Berrouaghia.

CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Godard (Louis) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Alger.

Ingén. ordin. (P. et Ch.). | Picard (Edouard), 1re classe, *d. n.* . . . Alger.

Conducteur.

Plateau, 1re cl., *d. n.* . . . . *Alger.*

Contrôleur des Mines.

N. *Alger.*

INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✻, Inspecteur principal, *d. n.*, à Paris.
Roch ✻, Inspecteur particulier, *d. n.*, à Alger.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaire :

Lano, 3e cl., *d. n.* . . . . *Blida.*

CHEMINS DE FER DE L'EST-ALGÉRIEN.

Travaux neufs, entretien et exploitation technique.

M. **Meunier** ✻, Ingénieur en chef de 2e classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Alger.

Travaux neufs et entretien.

MM.

Ingénieurs ordin. (P. et Ch.)	Gauckler, 2e classe, *d. n.*	Alger.
	Saint-Romas, 2e classe, *d. n.*	Sétif.
	Daujon, 1re classe, *d. n.*	Constantine.
	Souleyre, 2e classe, *d. n.*	Constantine.
	Le Court, Sous-Ingénieur, *d. n.*	Batna.
	Roux, 3e classe, *d. n.*	Bougie.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Bernard (Romain), 1re cl.	*St-Arnaud.*	Beuque, 2e cl., *d. n.*	*Constantine.*
Martin (E.), ppal, *d. n.*	*Constantine.*	Carbonnel, 2e cl., *d. n.*	*Bougie.*
Pellissier, 1re cl., *d. n.*	*Alger.*	Rocca, 2e cl., *d. n.*	*Bordj-bou-Arréridj.*
Vialiet, 1re cl., *d. n.*	*Chefka.*		
Anglade, 2e cl., *d. n.*	*Constantine.*	Maleval, 4e cl., *d. n.*	*Alger.*

Commis :

Corrizzacci-Stéphanopoli, 1re cl., *d. n.* . . . . *Batna.*

Exploitation technique.

MM.

Ingén. ord. (Mines). | Jacob, 1re classe. . . . . Constantine.

Contrôleurs des Mines :

Grand, 3e cl.	*Constantine.*	Simon, 4e cl.	*Alger.*
Chandoreille, 3e cl.	*id.*		

Exploitation commerciale.

MM. **Bernard** ✻, Inspecteur principal, *d. n.*, à Paris.

Inspecteurs particuliers.	Roch ✻, *d. n.*	Alger.
	Bassaget	Constantine.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Chanut, 3e cl.	*Alger.*	Aclocque, 1re cl.	*Bouïra.*
Arragon, 3e cl.	*Constantine.*	Saux, 4e cl.	*Batna.*
Vidal (E.), 3e cl.	*Sétif.*	Caneil, 3e cl.	*Bougie.*

Ligne de Philippeville à Constantine.

CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Ribaucour ✱, Ing. en chef de 2e classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Philippeville.

Ingénieurs ordin. { Beltçaguy, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.* (P. et Ch.). . Philippeville.
Jacob, 1re classe (Mines), *d. n.* . . . . Constantine.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Meunier ✱, ppal, *d. n.* . . . . . *Philippeville.* | Birabent (J.), 3e cl., *d. n.* . . . . *Philippeville.*

Contrôleur des Mines :

Chaudoreille, 3e cl., *d. n.* . . . . *Constantine.*

INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✱, Inspecteur principal, *d. n.*, à Paris.
Bassaget, Inspecteur particulier, *d. n.*, à Constantine.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM. Royer ✱ ✠, 2e cl. . . . *Philippeville.* | Arragon, 3e cl., *d. n.* . . . . . . *Constantine.*

Lignes de : Bône à Guelma ; — Guelma au Kroubs ; — Duvivier à Souk-Ahras ; — Souk-Ahras à la frontière tunisienne ; — Souk-Ahras à Tébessa ; — Bône à Aïn-Mokra.

CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Jacquier ✱, Ingénieur en chef de 2e classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Bône.

Ingénieurs ordin. { Burger ✱, 1re classe (P. et Ch.), *d. n.* . . . . Bône.
Saenz, Sous-Ingénieur (P. et Ch.), *d. n.* . . . . Guelma.
Lantenois, 3e classe (Mines) . . . . Bône.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Perrot, 2e cl., *d. n.* . . . . *Souk-Ahras.* | Chapelle, 3e cl., *d. n.* . . . . . . *Tébessa.*
Nicolas (Ch.), ppal, *d. n.* . . . . . *Bône.* | Porri, 2e cl., *d. n.* . . . . *Mondovi.*

Commis :

Lejeune, 1re cl., *d. n.* . . . . *Guelma.*

Contrôleur des Mines :

Espérandieu, 1re cl. . . . . *Bône.*

INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✱, Inspecteur principal, *d. n.*, à Paris.
Bassaget, Inspecteur particulier, *d. n.*, à Constantine.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM. Siès ✱, 2e cl. . . . . *Bône.* | Sarrante, 2e cl. . . . . *Souk-Ahras.*

TUNISIE

LIGNES DE LA MEDJERDAH DONT LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE BONE-GUELMA ET PROLONGEMENTS EST CONCESSIONNAIRE EN TUNISIE.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

Commission :

MM. le Ministre résident de France à Tunis, *Président.*
Michaud (Paul) ✻, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, détaché près le gouvernement de la Régence.
L'Inspecteur des Finances français, détaché près le gouvernement de la Régence.
Un officier du Consulat de France choisi par le Consul général.
Le Député du Commerce français, nommé par les négociants français de Tunis.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

M. Michaud (Paul) ✻, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, détaché près le gouvernement de la Régence, *d. n.*

---

5. — TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

DES INGÉNIEURS DES MINES.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE.		INGÉN. EN CHEF.		INSPECT. GÉNÉR.	
			2e classe.	1re classe.	2e classe.	1re classe.	2e classe.	1re classe.
1 Lamé Fleury (O ✻). .	27 mai 1823	15 nov. 1843	12 avril 1851	1er déc. 1860	1er janv. 1867	1er oct. 1875	15 mars 1879	[illegible]
2 *de Freycinet* (O ✻).	14 nov. 1828	15 nov. 1848	1er sept. 1855	1er avril 1864	28 sept. 1875	1er juin 1880	1er oct. 1883	[illegible]
3 Linder (C ✻) (✿ I) .	17 fév. 1829	15 nov. 1850	30 avril 1856	1er sept. 1865	1er juill. 1875	1er juin 1879	1er juill. 1884	[illegible]
4 Castel (O ✻).	31 mars 1826	15 nov. 1847	4 juillet 1854	1er avril 1864	1er fév. 1874	1er mars 1879	*id.*	[illegible]
5 Haton de la Goupillière (O ✻) (✿ I). .	28 juill. 1833	15 nov. 1852	5 déc. 1857	1er janv. 1867	16 mai 1877	16 mai 1880	16 avril 1885	[illegible]
6 Moutard (O ✻). . . .	27 juill. 1827	15 nov. 1846	21 déc. 1852	1er oct. 1875	8 juin 1878	1er juill. 1882	1er avril 1886	[illegible]
7 Orsel (O ✻).	24 oct. 1828	15 nov. 1849	30 avril 1856	1er sept. 1865	1er fév. 1874	16 mai 1880	*id.*	[illegible]
8 Résal (O ✻) (✿ I) .	27 janv. 1828	*id.*	*id.*	*id.*	8 nov. 1877	16 juill. 1884	1er mars 1888	[illegible]

NSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE.		INGÉN. EN CHEF.		INSPECT. GÉNÉRAL de 2e classe.
			2e classe.	1re classe.	2e classe.	1re classe.	
1 Mallard (O ✻)	4 fév. 1833	15 nov. 1853	29 déc. 1859	1er août 1867	16 mai 1877	16 juill. 1881	1er nov. 1886
2 Lorieux (Edmond) (O ✻) . .	22 avril 1832	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	1er juill. 1882	*id.*
3 Massieu (O ✻) (✿ I).	4 août 1832	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	23 nov. 1887
4 Laur (O ✻)	13 oct. 1829	15 nov. 1851	10 mars 1857	1er sept. 1865	8 nov. 1877	16 juill. 1883	28 nov. 1887
5 Villot ✻	19 mars 1834	15 nov. 1855	7 fév. 1863	1er janv. 1869	8 juin 1878	16 juill. 1884	1er mars 1888
6 Peslin (Henri) ✻ (✿ A) . . .	4 juin 1836	*id.*	*id.*	16 juin 1872	1er janv. 1881	1er janv. 1886	14 fév. 1892

INGÉNIEURS EN CHEF DE PREMIÈRE CLASSE

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDIN. 2e classe	1re classe
1 *Pouyanne (O ✱)	5 sept. 1835	15 nov. 1855	7 fév. [illegible]	[illegible]
2 *Moissenet ✱	2 août 1831	15 nov. 1853	29 déc. 1859	[illegible]
3 *Keller ✱	21 mars 1837	1er nov. 1858	1er janv. 1867	[illegible]
4 *Leseure ✱	30 août 1831	15 nov. 1852	5 déc. 1857	[illegible]
5 *Vicaire (Eugène) ✱	28 avril 1839	1er nov. 1858	1er janv. 1867	[illegible]
6 *Potier (O ✱)	11 mai 1840	1er nov. 1859	1er août 1867	[illegible]
7 *Carnot (Adolphe) (O ✱) (✪ I)	27 janv. 1839	1er nov. 1860	1er janv. 1869	[illegible]
8 Worms de Romilly ✱	3 janv. 1838	1er nov. 1859	1er août 1867	id.
9 Aguillon (O ✱)	3 juill. 1842	1er nov. 1863	1er fév. 1874	id.
10 Nivoit ✱ (✪ A)	12 août 1839	1er nov. 1861	1er mai 1872	id.
11 Matrot (O ✱)	9 juill. 1841	1er nov. 1862	1er mai 1873	id.
12 Duporcq ✱	26 fév. 1839	1er nov. 1859	1er août 1867	[illegible]
13 de Genouillac (du Verdier) ✱	9 nov. 1839	1er nov. 1860	1er janv. 1869	[illegible]
14 *Ledoux* ✱	27 août 1837	1er nov. 1858	1er janv. 1867	[illegible]
15 Gonthier ✱	21 sept. 1840	1er nov. 1860	1er janv. 1869	[illegible]
16 Cornu (O ✱)	6 mars 1841	1er nov. 1862	1er mai 1873	id.
17 Lévy (Michel) ✱ (✪ A)	17 août 1844	1er nov. 1864	1er sept. 1874	[illegible]
18 Delafond ✱	2 fév. 1844	*id.*	*id.*	id.
19 Meurgey ✱	28 juill. 1839	1er nov. 1859	1er août 1867	[illegible]

NOTA. — *L'astérisque indique les Ingénieurs en chef qui reçoivent un traitement de* [illegible]

Ingénieurs en chef de première classe (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE. 2e classe.	INGÉN. ORDINAIRE. 1re classe.	INGÉN. EN CHEF. 2e classe.	INGÉN. EN CHEF. 1re classe.
Perrin ✻ (✿ A)	1er déc. 1841	1er nov. 1861	1er mai 1872	1er fév. 1878	1er janv. 1884	1er juill. 1892
Genreau ✻	18 mai 1840	*id.*	*id.*	*id.*	1er juill. 1882	*id.*
Zeiller ✻	14 janv. 1847	1er nov. 1867	1er oct. 1875	1er juin 1880	16 juill. 1884	*id.*
Douvillé ✻	16 juin 1846	1er nov. 1865	1er sept. 1874	1er juill. 1879	*id.*	*id.*
Jordan (O ✻)	5 janv. 1838	1er nov. 1857	1er sept. 1865	1er fév. 1874	1er juill. 1885	*id.*
Olry ✻ (✿ I)	22 avril 1847	1er nov. 1868	16 mai 1877	16 juill. 1881	1er janv. 1886	1er oct. 1892
de Curières de Castelnau ✻	8 mai 1849	1er nov. 1870	1er fév. 1878	1er janv. 1883	1er juill. 1888	*id.*
Coince ✻	26 sept. 1836	1er nov. 1857	1er sept. 1865	1er fév. 1874	1er juill. 1882	*id.*

INGÉNIEURS EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉNIEUR ORDINAIRE. 3e classe.	2e classe.	1re classe.	INGÉNIEUR EN CHEF de 2e classe.
1 *Mussy* ✻	7 fév. 1830	15 nov. 1856	28 déc. 1859	1er avril 1864	16 juin 1872	1er j[illegible] 188[illegible]
2 *Chosson* ✻	15 mars 1838	1er nov. 1858	19 fév. 1862	1er janv. 1867	1er fév. 1881	16 j[illegible] 188[illegible]
3 *Clérault* (O ✻)	21 mai 1844	1er nov. 1863	1er janv. 1869	1er sept. 1874	1er mars 1878	1er j[illegible] 18[illegible]
4 *Heurteau* (O ✻)	4 juin 1848	1er nov. 1867	1er déc. 1870	1er oct. 1875	16 sept. 1880	id.
5 Vital ✻	25 janv. 1848	1er nov. 1868	1er juill. 1872	16 mai 1877	16 juill. 1881	1er j[illegible] 18[illegible]
6 *Grand* ✻ (✪ A)	9 mars 1851	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	1er m[illegible] 188[illegible]
7 Le Verrier ✻	7 nov. 1849	1er nov. 1869	1er juill. 1873	16 mai 1877	1er juill. 1882	1er j[illegible] 18[illegible]
8 Bertrand ✻ (✪ A)	2 juill. 1847	id.	id.	id.	id.	id.
9 *Voisin* (*Armand*)	9 mars 1840	1er nov. 1861	1er janv. 1865	1er mai 1872	1er fév. 1881	1er [illegible] 18[illegible]
10 Durand de Grossouvre ✻	23 août 1849	1er nov. 1869	1er juill. 1873	16 mai 1877	1er janv. 1883	id.
11 Langlois ✻	10 oct. 1844	1er nov. 1866	1er avril 1870	1er oct. 1875	1er juin 1880	[illegible]
12 Le Châtelier ✻	8 oct. 1850	1er nov. 1871	1er avril 1875	1er fév. 1878	1er janv. 1883	1er [illegible]
13 Lodin ✻	20 mai 1849	id.	id.	id.	id.	1er [illegible]
14 Wickersheimer ✻	22 fév. 1849	1er nov. 1870	1er juill. 1874	1er juill. 1878	id.	[illegible]
15 Pelletan ✻	15 déc. 1848	id.	id.	1er fév. 1878	id.	1er [illegible]
16 *Amiot* ✻	27 sept. 1847	1er nov. 1868	1er juill. 1872	16 mai 1877	16 juill. 1881	[illegible]
17 *Lévy* (*Léon*) ✻	8 avril 1851	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	[illegible]
18 Ichon ✻	4 mars 1842	1er nov. 1863	1er janv. 1867	1er sept. 1874	1er juill. 1885	1er [illegible]
19 *Boutiron* ✻	1er août 1850	1er nov. 1870	1er juill. 1874	1er fév. 1878	1er janv. 1883	[illegible]
20 Oppermann ✻	11 janv. 1852	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	[illegible]
21 Küss (Henry) ✻	19 juin 1852	1er nov. 1873	10 avril 1877	1er juin 1880	1er juill. 1885	16 [illegible]

:NIEURS ORDINAIRES DE PREMIÈRE CLASSE.

	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	INGÉNIEUR ORDINAIRE. 3ᵉ classe.	2ᵉ classe.	1ʳᵉ classe.
A)......	23 janv. 1852	1ᵉʳ nov. 1872	10 avril 1877	1ᵉʳ juin 1880	1ᵉʳ juill. 1885
é)......	3 déc. 1848	1ᵉʳ nov. 1869	1 juill. 1873	16 mai 1877	*id.*
......	16 août 1850	1ᵉʳ nov. 1871	1ᵉʳ avril 1875	1ᵉʳ fév. 1878	*id.*
ond) ✱....	6 fév. 1848	1ᵉʳ nov. 1869	1ᵉʳ juill. 1873	16 mai 1877	*id.*
(✪ A).....	18 mai 1853	1ᵉʳ nov. 1874	11 avril 1878	16 juill. 1881	1ᵉʳ janv. 1886
A)......	13 janv. 1854	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	29 avril 1854	1ᵉʳ nov. 1875	1ᵉʳ avril 1879	1ᵉʳ juill. 1882	*id.*
....	21 janv. 1854	1ᵉʳ nov. 1873	10 avril 1877	1ᵉʳ fév. 1881	*id.*
....	7 mars 1857	1ᵉʳ nov. 1876	1ᵉʳ avril 1880	1ᵉʳ janv. 1883	1ᵉʳ avril 1888
....	3 sept. 1855	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	20 juill. 1855	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	6 oct. 1855	1ᵉʳ oct. 1877	1ᵉʳ oct. 1880	16 juill. 1883	1ᵉʳ juill. 1888
A)......	6 juill. 1855	*id.*	1ᵉʳ oct. 1881	1ᵉʳ juill. 1885	*id.*
....	4 août 1857	1ᵉʳ oct. 1878	*id.*	*id.*	1ᵉʳ août 1889
....	29 mai 1859	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	11 juill. 1856	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	8 janv. 1859	1ᵉʳ oct. 1879	1ᵉʳ nov. 1882	*id.*	1ᵉʳ août 1891
....	7 nov. 1858	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	7 janv. 1859	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
....	3 juill. 1859	1ᵉʳ oct. 1880	1ᵉʳ nov. 1883	1ᵉʳ juill. 1886	*id.*

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE DEUXIÈME [illegible]

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	[illegible]
1 *Vieira*	11 fév. 1844	1er nov. 1866	1er [illegible]
2 *Laurans*	22 mars 1856	1er oct. 1877	1er [illegible]
3 *Luuyt*	24 oct. 1859	1er oct. 1880	1er [illegible]
4 Beaugey	5 mai 1860	id.	id.
5 Nentien	14 juin 1859	id.	id.
6 Leclère	21 janv. 1858	id.	id.
7 Janet (🙰 A)	6 déc. 1861	1er oct. 1881	1er [illegible]
8 *Maître*	12 juill. 1861	id.	id.
9 de Launay	19 juill. 1860	id.	id.
10 Aubert	10 fév. 1861	id.	id.
11 Pellé	7 mai 1861	1er oct. 1882	1er [illegible]
12 Bochet (Adolphe)	20 janv. 1863	id.	id.
13 Fontaine	3 nov. 1860	id.	id.
14 Lebreton	29 sept. 1861	id.	id.
15 Séligmann-Lui	5 mars 1863	id.	id.
16 Boëll	30 nov. 1862	id.	id.
17 Fumey	7 juill. 1861	id.	id.
18 *Babu*	4 juill. 1862	1er oct. 1883	1er [illegible]
19 Genty	8 janv. 1862	id.	id.
20 Fèvre	23 juill. 1862	id.	id.
21 Primat	6 mars 1862	id.	id.
22 Rateau	13 oct. 1863	id.	id.
23 Villain	6 avril 1863	id.	id.
24 Léon	20 mars 1863	id.	id.
25 Focqué	30 juin 1862	1er oct. 1884	1er [illegible]
26 Chapuy	4 fév. 1863	id.	id.

ÉNIEURS ORDINAIRES DE TROISIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	INGÉNIEUR ORDINAIRE de 3e classe.
. . . .	27 juill. 1864	1er oct. 1884	1er avril 1888
. . . .	13 nov. 1863	*id.*	*id.*
. . . .	24 sept. 1864	*id.*	*id.*
. . . .	15 fév. 1864	1er oct. 1885	1er avril 1889
. . . .	29 mai 1864	*id.*	*id.*
. . . .	28 sept. 1865	*id.*	*id.*
. . . .	5 sept. 1864	*id.*	*id.*
. . . .	18 déc. 1863	*id.*	*id.*
urice)	10 août 1865	1er oct. 1886	1er avril 1890
. . . .	6 juill. 1865	*id.*	*id.*
. . . .	25 août 1865	*id.*	*id.*
. . . .	9 oct. 1866	1er oct. 1887	1er avril 1891
. . . .	19 juill. 1865	*id.*	*id.*
. . . .	5 août 1867	1er oct. 1888	1er avril 1892
. . . .	7 fév. 1867	*id.*	*id.*
. . . .	2 avril 1869	1er oct. 1889	1er juill. 1892
. . . .	26 juin 1868	*id.*	*id.*
. . . .	18 mai 1867	*id.*	*id.*
Verdière.	24 fév. 1867	*id.*	*id.*

INGÉNIEURS DES MINES EN RETRAITE.

NOMS.	GRADES.	NOMS.	GRADES.
MM.		MM.	
Bayle ✻	ing. en chef.	Jacquot (O ✻), Directeur hon. du serv. cent. de la carte géologique détaillée de la France	insp. général.
Benoit ✻	ing. en chef.	Lachat ✻	insp. gén hon.
Béral ✻	insp. général.	Laugel	ing. ordinaire.
Bère ✻	ing en chef.	Martelet (O ✻)	ing. en chef.
Bochet (O ✻)	insp. général.	Meissonnier (O ✻)	insp. général.
Braconnier ✻	ing. ordinaire.	Noblemaire (C ✻)	ing. en chef.
Cacarrié (O ✻)	insp. général.	Parran ✻	ing. en chef.
Cizancourt (de) ✻	insp. général	Roger ✻	insp. général.
Cumenge ✻	ing en ch. hon.	Sens ✻	ing. ordinaire.
Daubrée (G O ✻), (✪ I), Dir. honoraire de l'École nation. sup. des Mines	insp. général.	de Vassart d'Hozier (O ✻)	ing. en chef.
Descottes (O ✻)	insp. général.		
Dupont (O ✻)	insp. général.		
de Gouvenain ✻	ing. en chef.		

VEUVES D'INGÉNIEURS DES MINES PENSIONNÉES.

NOMS.	GRADES DES MARIS.	NOMS.	GRADES DES MARIS
Mmes		Mmes	
Boucheporn (de)	ing. en chef.	Peschart d'Ambly	insp. général.
Callon	insp. général.	Piérard	insp. général.
Debette	ing. en chef	Rocard	ing. en chef.
de Clerck	ing. en chef.	Roussel-Galle	ing. en chef.
Delesse	insp. général.	Tournaire	insp. général.
Dormoy	ing. en chef.	Trautmann	ing. en chef.
Dubocq	ing. en chef.	Vatonne	ing ordinaire.
du Souich	insp général.	Ville	insp. général.
Fuchs	ing. en chef.	Villeneuve (de)	ing en chef.
Furiet	ing. en chef.		
Guillebot de Nerville	insp. général.		
Gruner	insp. général.		
Harlé	insp. général.		
Hennezel (de)	insp. général.		
Julien	ing. en chef.		
Lebleu	ing. en chef.		
Le Chatelier	insp. général.		
Lefébure de Fourcy	insp. général.		

6. — TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

ES CONTROLEURS DES MINES.

CONTROLEURS PRINCIPAUX.

NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. 5e classe.	4e classe.	3e classe.	2e classe.	1re classe.	Contrôleur principal.
3 sept. 1828	29 sept. 1853	21 juill. 1857	23 juill. 1859	1 juill. 1862	1 juill. 1869	1 janv. 1879
11 avril 1834	4 mai 1855	14 juill. 1860	1 mai 1863	1 juill. 1867	1 juill. 1875	id.
27 mars 1831	31 mars 1857	19 juill. 1861	13 juill. 1864	id.	id.	id.
9 nov. 1828	29 oct. 1857	14 juill. 1860	10 juill. 1865	1 juill. 1869	1 juill. 1876	1 janv. 1881
25 janv. 1829	5 déc. 1854	23 juill. 1859	10 juill. 1865	1 juill. 1869	id.	1 janv. 1882
17 juin 1836	26 mai 1858	1 juill. 1862	1 juill. 1866	1 sept. 1871	1 juill. 1877	1 juill. 1882
21 avril 1834	22 mars 1859	1 mai 1863	1 juill. 1867	1 juill. 1872	id.	id.
5 mars 1831	16 juill. 1858	1 juill. 1862	1 juill. 1868	1 mai 1874	1 mars 1878	id.
16 juill. 1837	18 sept. 1860	1 mai 1863	1 juill. 1867	id.	id.	1 janv. 1883
19 mars 1828	5 juin 1858	1 juill. 1862	1 juill. 1866	1 juill. 1875	1 janv. 1879	1 janv. 1884
10 janv. 1832	1 oct. 1866	1 juill. 1870	1 mai 1874	1 mars 1878	1 janv. 1882	1 juill. 1886
12 juill. 1842	6 mai 1867	1 sept. 1871	1 juill. 1875	id.	id.	id.
14 déc. 1832	20 juill. 1860	1 juill. 1864	1 juill. 1870	1 juill. 1875	1 janv. 1881	1 juill. 1888
2 juin 1831	27 oct. 1857	1 juill. 1862	1 juill. 1866	1 juill. 1876	id.	id.
28 sept. 1838	5 nov. 1861	1 juill. 1865	1 juill. 1869	id.	id.	id.
5 sept. 1839	16 fév. 1866	1 juill. 1869	1 juill. 1872	1 juill. 1877	id.	id.
15 déc. 1830	28 juin 1858	1 mai 1863	1 juill. 1870	1 avril 1876	id.	1 juill. 1889
29 sept. 1838	3 oct. 1861	1 juill. 1865	id.	1 juill. 1876	id.	id.
5 déc. 1842	28 nov. 1868	1 sept. 1871	1 juill. 1875	1 mars 1878	1 janv. 1882	id.
11 juill. 1843	15 nov. 1864	1 juill. 1867	1 mai 1874	1 juill. 1877	id.	1 avril 1890
24 juin 1844	1 avril 1869	1 juill. 1872	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	id.
15 déc. 1847	7 fév. 1874	1 janv. 1876	1 sept. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1883	id.
28 janv. 1843	1 oct. 1867	1 juin 1873	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	id.
13 janv. 1837	2 fév. 1860	1 juill. 1864	1 juill. 1869	1 juill. 1875	1 janv. 1879	1 juill. 1891
18 juill. 1841	1 nov. 1868	1 juill. 1872	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	id.
9 avril 1835	9 août 1860	1 mai 1863	1 juill. 1868	1 juill. 1876	1 janv. 1882	id.
13 nov. 1838	5 nov. 1861	1 juill. 1866	1 sept. 1871	1 juill. 1877	id.	id.

risque indique les Contrôleurs principaux qui reçoivent un traitement de 3.600 francs.

Contrôleurs principaux (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. 5e classe.	4e classe.	3e classe.	2e classe.	1re classe.	Contrô[leur] princip[al]
28 Bouvier.....	16 mai 1841	15 avril 1865	1 juill. 1870	1 juill. 1875	1 mars 1878	1 janv. 1882	1 juill.
29 Barrier	2 sept. 1837	3 avril 1867	*id.*	*id.*	1 janv. 1879	1 janv. 1882	1 avril

CONTROLEURS DE PREMIÈRE CLASSE.

	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR 5e classe.	4e classe.	3e classe.	2e classe.	1re classe.
......	23 juill. 1836	15 fév. 1865	1 juill. 1868	1 sept. 1871	1 juill. 1877	1 janv. 1882
......	28 déc. 1839	1 déc. 1868	1 sept. 1871	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883
......	4 août 1840	16 fév. 1870	1 mai 1874	1 juill. 1877	1 janv. 1880	*id.*
......	6 janv. 1836	1 fév. 1856	1 juill. 1869	1 juill. 1875	1 mars 1878	1 janv. 1884
......	16 nov. 1839	30 mars 1867	1 juill. 1873	1 juill. 1876	1 janv. 1880	*id.*
......	12 avril 1849	1 janv. 1873	1 janv. 1876	1 juill. 1877	*id.*	*id.*
......	24 juin 1844	12 avril 1872	1 juill. 1875	*id.*	*id.*	1 juill. 1885
......	26 oct. 1840	1 fév. 1874	1 janv. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1882	*id.*
ophile) . .	2 mars 1841	1 nov. 1871	1 mai 1874	1 juill. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1886
......	12 déc. 1842	6 avril 1872	1 janv. 1876	*id.*	*id.*	*id.*
.....	7 mars 1842	16 fév. 1866	1 juin 1873	*id.*	1 janv. 1881	*id.*
......	6 juin 1837	1 janv. 1873	1 janv. 1876	1 mars 1878	*id.*	1 juill. 1887
......	29 fév. 1848	1 janv. 1874	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
ile)	10 mai 1840	14 fév. 1874	*id.*	*id.*	*id.*	1 juill. 1888
......	1 mars 1842	1 sept. 1871	1 juill. 1875	*id.*	1 janv. 1882	*id.*
......	16 mars 1848	1 mai 1873	1 janv. 1876	1 janv. 1879	*id.*	1 juill. 1889
......	14 janv. 1843	9 juill. 1873	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
......	7 mars 1848	1 mars 1874	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
......	4 fév. 1849	1 juill. 1874	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
& M. A.) . .	2 oct. 1854	»	1 nov. 1876	*id.*	*id.*	*id.*
....	27 juin 1849	»	1 oct. 1876	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
....	3 janv. 1850	»	1 nov. 1876	*id.*	1 janv. 1883	*id.*
)	17 mars 1848	»	1 janv. 1877	*id.*	*id.*	*id.*
....	23 juill. 1852	»	1 août 1876	1 janv. 1879	*id.*	1 avril 1890
....	27 juin 1846	15 mai 1874	1 janv. 1876	*id.*	*id.*	*id.*
....	22 juin 1853	»	2 févr. 1877	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
es)	18 mars 1848	9 sept. 1874	1 janv. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1884	*id.*
....	5 janv. 1851	»	1 juin 1877	1 janv. 1881	*id.*	*id.*
....	23 nov. 1847	»	1 août 1876	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
....	9 fév. 1832	23 juin 1858	1 janv. 1876	1 mars 1878	1 janv. 1881	1 juill. 1891
....	3 mai 1848	»	*id.*	1 janv. 1881	1 janv. 1884	*id.*
a.	20 déc. 1838	1 janv. 1870	1 sept. 1873	1 mars 1878	1 janv. 1881	*id.*
....	23 sept. 1846	»	1 janv. 1877	1 janv. 1881	1 janv. 1884	*id.*
....	12 juill. 1854	»	1 oct. 1878	1 juin 1881	*id.*	*id.*
(Théodore) .	24 sept. 1855	»	1 oct. 1879	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
s.	4 juill. 1856	»	1 janv. 1879	*id.*	*id.*	*id.*
....	9 janv. 1844	15 mai 1869	1 mai 1874	*id.*	*id.*	*id.*

CONTROLEURS DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTROLEURS		
		5e classe.	4e classe.	3e cl[illegible]
1 *Guèze*	8 sept. 1838	9 sept. 1863	1 juill. 1866	1 [illegible]
2 Fopp	26 juin 1840	7 juill. 1865	*id.*	[illegible]
3 *Auvergne*	9 août 1843	1 avril 1868	1 juin 1873	1 [illegible]
4 *Boisramé*	27 mars 1844	»	1 déc. 1876	1 [illegible]
5 Poncelet	9 nov. 1849	»	1 mai 1877	*id.*
6 Besombes	18 nov. 1852	»	1 nov. 1876	[illegible]
7 Galtier	19 sept. 1853	»	1 janv. 1877	*id.*
8 Coret (✪ A)	3 mai 1850	»	1 juin 1877	1 [illegible]
9 Villet	29 nov. 1847	»	1 août 1877	*id.*
10 Vaillant	27 avril 1852	»	1 sept. 1877	*id.*
11 Mazagot (✪ A)	6 avril 1844	»	1 nov. 1877	*id.*
12 Bounes	31 mars 1850	»	1 août 1879	*id.*
13 Reboul	17 juin 1851	»	1 janv. 1879	1 [illegible]
14 Mathieu (✪ A) (✥ M. A.)	27 août 1857	»	1 janv. 1880	*id.*
15 Varin	24 juill. 1854	»	*id.*	*id.*
16 Goeb (Daniel)	10 juin 1845	»	1 avril 1880	*id.*
17 Boutes	29 août 1850	»	*id.*	*id.*
18 Poteau	29 juill. 1853	»	1 juill. 1880	*id.*
19 Petitjean	3 nov. 1847	»	*id.*	*id.*
20 Pluyette	3 août 1855	»	1 janv. 1881	*id.*
21 *Gal*	25 janv. 1852	»	1 janv. 1877	1 ja[illegible]
22 Chaumier	11 mars 1855	»	16 mars 1879	1 ja[illegible]
23 Pagès (Édouard)	17 juin 1832	28 oct. 1858	1 mai 1863	16 j[illegible]
24 Jacquin	25 déc. 1834	»	1 mars 1880	1 ja[illegible]
25 Morel (✪ A)	7 juill. 1847	»	16 juin 1879	*id.*
26 Girod	27 juill. 1857	»	1 oct. 1880	*id.*
27 Stopin	12 déc. 1848	»	1 fév. 1881	*id.*
28 Gouéry	20 avril 1848	»	*id.*	*id.*
29 Goeb (Jean)	9 nov. 1851	»	1 mars 1881	*id.*
30 Bertharion	9 mars 1857	»	16 mars 1882	1 juil[illegible]
31 Croisille	23 sept. 1858	»	1 sept. 1882	1 ja[illegible]
32 Péricard	23 avril 1856	»	16 déc. 1881	1 ja[illegible]
33 Moreau	4 juin 1858	»	1 avril 1882	1 juil[illegible]
34 *Rouzeaud*	9 nov. 1858	»	*id.*	*id.*
35 Hamon	10 oct. 1849	»	*id.*	*id.*
36 Vallet	20 mars 1860	»	*id.*	*id.*
37 Gardes	29 déc. 1834	25 oct. 1861	1 juill. 1866	1 juil[illegible]

Contrôleurs de deuxième classe (suite).

...MS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. 5e classe.	4e classe.	3e classe.	2e classe.
....	10 fév. 1855	25 oct. 1861	1 avril 1882	1 juill. 1885	1 avril 1890
....	10 juill. 1846	»	1 mai 1876	*id.*	1 juill. 1891
....	11 oct. 1856	»	1 juin 1882	*id.*	*id.*
....	3 juin 1856	»	1 avril 1882	*id.*	*id.*
....	5 nov. 1848	»	*id.*	*id.*	*id.*
....	6 déc. 1858	»	1 juill. 1882	*id.*	*id.*
....	30 mars 1857	»	1 fév. 1883	1 juill. 1886	1 avril 1892
....	12 oct. 1859	»	1 mai 1883	*id.*	*id.*

CONTROLEURS DE TROISIÈME CLASSE

	NOMS.	NAISSANCE.	5e classe.	[illegible]
1	*Canelle*	12 avril 1833	22 oct. 18[illegible]	1 j[illegible]
2	*de Précorbin*	17 oct. 1837	16 fév. 18[illegible]	1 j[illegible]
3	*Guillier*	22 mars 1844	31 mars 1874	1 janv.
4	Harbulot	9 mars 1850	»	1 j[illegible]
5	*Benoit* (✪ A) (1)	25 avril 1857	»	1 j[illegible]
6	*Mercier*	8 août 1856	»	15 oc[illegible]
7	Bolo	17 nov. 1855	»	23 fé[illegible]
8	Gosse	26 janv. 1856	»	1 mai
9	Flandrin	4 juill. 1855	»	id.
10	Fyot	22 avril 1855	»	id.
11	Merchadier	21 avril 1856	»	id.
12	Grand	26 juin 1854	»	1 a[illegible]
13	Coste	22 nov. 1849	»	1 mar[illegible]
14	Ode (✪ A) (✲ M. A.)	19 nov. 1857	»	1 [illegible]
15	Gomot	10 sept. 1860	»	16 déc.
16	Bazin	6 sept. 1861	»	1 mai
17	Issartier	4 déc. 1859	»	id.
18	Finot	7 sept. 1858	»	13 mar[illegible]
19	Pupier	14 janv. 1857	»	16 ma[illegible]
20	Chevreul	26 mars 1855	»	id.
21	Guillot	28 avril 1859	»	16 août
22	*Perrève*	23 déc. 1856	»	1 janv.
23	Perrot	16 déc. 1857	»	1 mar[illegible]
24	Chandoreille	7 sept. 1857	»	1 janv.
25	*Sarran* ✱	26 août 1841	4 avril 1867	1 sept.
26	Drouot	2 sept. 1861	»	1 janv.
27	Abadie	4 sept. 1862	»	id.
28	Mähl (✪ A)	18 juill. 1859	»	1 mars
29	Rossi	23 juin 1857	»	1 sept.
30	Domergue	14 mai 1860	»	16 mai
31	Marchal	10 déc. 1859	»	1 déc.
32	Coignard	14 oct. 1859	»	id.
33	Jourdan	8 fév. 1855	»	1 fév.
34	Jamet (✪ A)	16 juill. 1856	»	1 avril
35	Masson	20 nov. 1856	»	1 mai
36	Ravaudet	26 juill. 1859	»	11 fév.

(1) Interruption de services du 1er janvier 1889 au 31 mars 1891 et du 29 janv[illegible]

Contrôleurs de troisième classe (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. 5e classe.	4e classe.	3e classe.
labon.	10 janv. 1860	»	1 juill. 1888	1 juill. 1892

CONTROLEURS DE QUATRIÈME CLASSE

NOMS.	NAISSANCE.	[illegible]
1 *Gibert*	20 fév. 1836	[illegible]
2 *Picard* (*Jean*)	22 déc. 1833	[illegible]
3 *Grandière*	28 avril 1836	[illegible]
4 *Martin* (*Alexandre*)	31 déc. 1842	[illegible]
5 *Mialhe*	27 juill. 1834	·
6 *Raval*	28 avril 1861	·
7 Duverdier	8 avril 1862	·
8 Limanton	1 oct. 1857	·
9 Lenglet	16 fév. 1865	·
10 Granddidier	4 déc. 1861	·
11 Claisse	17 sept. 1853	·
12 Dionot	3 août 1861	·
13 Laville	6 sept. 1867	·
14 Cossange	9 janv. 1862	·
15 Berthier	8 janv. 1866	·
16 Seignobosc (Léopold)	1 sept. 1859	·
17 Denizet	18 avril 1858	·
18 Gourvest	20 fév. 1862	·
19 Jeandon	18 juin 1862	·
20 Lambert (Q A)	2 déc. 1860	·
21 Gauthier	18 juin 1865	·
22 Lemoine	11 août 1867	·
23 Vincent	7 août 1856	·
24 Portal	21 nov. 1864	·
25 Décatoire	30 déc. 1856	·
26 Soulages	21 sept. 1867	·
27 Gilotaux	19 avril 1867	·
28 Vernhettes	20 janv. 1865	·
29 Pommier	9 mars 1860	·
30 Roux	18 janv. 1867	·
31 Dumas	26 août 1866	·
32 Gayet	10 janv. 1868	·
33 Berthon	26 janv. 1864	·
34 Simon	3 fév. 1863	·
35 Lafond	15 mai 1860	·
36 Fouré	12 déc. 1864	·
37 Larmanou	26 oct. 1868	·

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE
DES
INGÉNIEURS DES MINES.

:*hiffres inscrits dans la colonne des* Grades et Classes *indiquent la date de la nomination au grade ou celle du dernier avancement.*

noms en italique *indiquent les Ingénieurs placés dans une position autre que celle de l'activité.*

RS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
). . . .	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Ch. de fer algériens. — Cours à l'École nle supre des mines. — Adj. au direct. des routes, de la nav. et des mines pour l'étude des questions concernant la législat. et le contentieux des mines. — Comm. du grisou. — Comm. des *Ann. des mines*.— Comm. des formules.
. . . . .	ing. en ch. 2e-1890	*Paris*	(*Congé renouvelable.*)— *Comp. des ch. de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
. . . . .	ing. ord. 2e-1888	Valenciennes. . .	Sous-arrt min. de Valenciennes. — Ch. de fer du Nord.
. . . . .	ing. ord. 2e-1891	*Nouméa*	(*Congé renouvelable.*) —*Société d'exploitation de mines de nickel en Nouvelle-Calédonie.*
(✿ A).	ing. ord. 1re-1886	Amiens	Sous-arrt min. d'Amiens. — Ch. de fer du Nord.
. . . . .	élève . . . 1re-1892	Paris	Ecole.
. . . . .	élève. . . 1re-1892	Paris	Ecole.
. . . . .	ing. ord. 2e-1886	Bordeaux.	Sous-arrt min. de Bordeaux. —Ch. de fer de l'Etat, d'Orléans et du Midi. — Carte géolog. détaillée de la France.
).	ing. ord. 1re-1889	Clermont-Ferrand	Sous-arrt min. de Clermont-Ferrand.— Ch. de fer d'Orléans, de P.-L.-M.
. . . . .	ing. ord. 3e-1890	Paris	Secrétariat du Conseil général des mines
. . . . .	ing. ord. 3e-1888	Béziers	Sous-arrt min. de Béziers. — Ch. de fer du Midi.
. . . . .	ing. ord. 3e-1889	Le Mans.	Sous-arrt min. du Mans.— Ch. de fer de l'Ouest.
✿ A). . .	ing. en ch. 2e-1888	Paris	Carte géologique détaillée de la France. — Cours à l'École nle supér. des mines. — Commission des *Annales des mines*.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Billy (de)	ing. ord. 3e-1891	Saint-Etienne. . .	Sous-arrt min. de Saint-Étienne-Est.
Bochet.	ing. ord. 2e-1889	Nantes	Sous-arrt min. de Nantes. — Ch. de fer de l'Etat; — d'Orléans. — Carte géologique détaillée de la France.
Boell.	ing. ord. 2e-1889	Rouen.	Sous-arrt min. de Rouen. — Ch. de fer de l'Ouest.
Boutan ✻.	ing. ord. 1re-1885	*Paris*	(*Congé.*)
Boutiron ✻.	ing. en ch. 2e-1891	*Bordeaux*.	(*Congé renouv.*) — *Société L. Ducasse, et Cie, à Bordeaux* (*Produits chimiques*).
Brisse	ing. ord. 3e-1890	—	Service détaché.
C			
Caltaux	élève. . . 3e-1892	Paris	École.
Carcanagues.	ing. ord. 1re-1886	*Paris*.	(*Congé renouvelable.*) — *Comp. des ch. de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
Carnot (O ✻) (🟉 I). .	ing. en ch. 1re-1887	Paris	Inspect. et Cours à l'École supérieure nle des Mines. — Commission et service de la Carte géologique détaillée de la France. — Commission des *Annales des Mines*. — Commission du grisou.
Castel (O ✻).	insp. gén. 1re-1887	Paris	Division du sud-est.— Conseil de l'École supér. des mines. — Comm. centrale des machines à vapeur. — Comm. de la carte géologique détaillée de la France.
Castelnau (de Curières de) ✻.	ing. en ch. 1re-1892	Saint-Étienne. . .	Arrt min. de Saint-Etienne.
Champy	élève . . . 3e-1891	Paris	Ecole.
Chapuy	ing. ord. 2e-1892	Lille.	Sous-arrt min. de Lille. — Ch. de fer du Nord.
Chesneau.	ing. ord. 1re-1891	Paris	Ch. de fer du Nord. — Cours préparatoire à l'Ecole nationale supérieure des Mines. — Commission du grisou.
Chipart	élève . . . 3e-1892	Paris	Ecole.
Chosson ✻	ing. en ch. 2e-1884	—	(*Disponibilité.*)
Clérault (O ✻)	ing. en ch. 2e-1885	*Paris*	(*Congé renouvelable.*). — *Comp. des ch. de fer de l'Ouest.* — Commission centrale des machines à vapeur.
Coince ✻	ing. en ch. 1re-1892	—	(*Congé renouvelable.*) — *Société des mines de fer de Krivoï-Rog* (*Russie*).
Colin de Verdière. . .	ing. ord. 3e-1892	Oran	Sous-arrt min. d'Oran. — Ch. de fer algériens.
Cornu (O ✻).	ing. en ch. 1re-1891	Paris	Cours à l'École polytechnique. — Comm. des phares.
Coste	ing. ord. 3e-1889	Saint-Étienne. . .	Sous-arrt min. de Saint-Étienne-Ouest. — Ch. de fer de P.-L.-M. — Carte géologique détaillée de la France.
Cousin.	ing. ord. 1re-1889	Nancy.	Sous-arrt min. de Nancy. — Ch. de fer de l'Est.
Curières (de) de Castelnau ✻. *Voir* de Castelnau.			
Cuvelette	élève . . . 3e-1891	Paris	École.

	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
I).	insp. gén. en retr.	Paris	Commission de la carte géolog. détaillée de la France. — Directeur honoraire de l'École n[le] supér. des mines.
...	ing. en ch. 1[re]-1891	Châlon-sur-Saône.	Arr[t] min. de Châlon-sur-Saône. — Topographies souterr. des bassins houillers d'Épinac et d'Autun; — des gîtes de fer de la Bresse. — Carte géologique détaillée de la France.
....	ing. ord. 1[re]-1888	Rive-de-Gier. . .	Sous-arr[t] min. de Rive-de-Gier. — Ch. de fer de P.-L.-M.
....	ing. en ch. 1[re]-1892	Paris	Cours à l'École n[le] supérieure des mines. — Carte géolog. détaillée de la France. — Commission des *Annales des Mines*.
....	ing. en ch. 1[re]-1889	Arras.......	Arr[t] min. d'Arras.
ossou-	ing. en ch. 2[e]-1889	Bourges (prov.). .	Arr[t] min. de Poitiers. — Topographie des minières du Cher. — Carte géologique détaillée de la France.
....	ing. ord. 2[e]-1891	Arras.......	Sous-arr[t] min. de Béthune. — Ch. de fer du Nord. — Carte géologique détaillée de la France.
....	ing. ord. 2[e]-1892	Paris	Office du Travail.
....	ing. ord. 2[e]-1889	Paris	Office du Travail.
) ✻). .	insp. gén. 1[re]-1886	*Paris*.......	*Sénateur* (*Seine*).
....	ing. ord. 3[e]-1891	Moulins......	Sous-arr[t] min. de Moulins.
....	ing. ord. 2[e]-1889	Paris.......	Admin. centrale; cabinet du direct. des ch. de fer. — Ch. de fer de P.-L.-M. — Comité consultatif et comité de l'expl. technique des chemins de fer.
Ver-	ing. en ch. 1[re]-1889	Rouen.......	Arr[t] min. de Rouen.
....	ing. en ch. 1[re]-1892	Clermont-Ferrand	Arr[t] min. de Clermont-Ferrand. — Carte géologique détaillée de la France.
....	ing. ord. 2[e]-1891	Tours.......	Sous-arr[t] min. de Tours. — Ch. de fer d'Orléans.
....	ing. en ch. 1[re]-1889	Chambéry.....	Arr[t] min. de Chambéry.
). ...	ing. en ch. 2[e]-1887	*Nouméa*......	(*Congé renouvelable.*) — *Société le Nickel.*
e). *Voir*			
upillière	insp. gén. 1[re]-1890	Paris.......	Directeur de l'École n[le] supér. des mines. — Conseil gén. des mines. — Commis. centrale de machines à vapeur. — Comité de l'exploit. technique des ch. de fer. — Commis. des *Annales des mines*. — Président de la commiss. du grisou.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Henriot ✱.	ing. ord. 1re-1888	Reims.	Sous-arrt min. de Reims. — Ch. de f de l'Est.
Herscher.	ing. ord. 3e-1892.	Rodez.	Sous-arrt min. de Rodez. — Ch. de f d'Orléans.
Heurteau (O ✱). . . .	ing. en ch. 2e-1885	*Paris*.	(*Congé renouvelable.*) — *Comp. des ch. fer d'Orléans.* — Commission militai supérieure des ch. de fer.
Humbert.	ing. ord. 1re-1891	Paris	Ministère de la guerre (École polytech. — Sous-arrt min. de Paris. — Carrièr de Paris et du département de la Sein
I			
Ichon ✱.	ing. en ch. 2e-1891	Alais	Arrt min. d'Alais. — École d'Alais.
J			
Jacob.	ing. ord. 1re-1889	Constantine. . . .	Sous-arr. min. de Constantine. — Ch d fer algériens.
Janet (✪ A).	ing. ord. 2e-1888	Paris	Sous-arrt min. de Versailles. — Ch. fer de l'Etat; de l'Est. — Carte géol gique détaillée de la France.
Jordan (O ✱)	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Ministère de la guerre. (Ecole polytech
Jouguet	élève . . . 3e-1891	Paris	Ecole.
K			
Keller ✱.	ing. en ch. 1re-1884	Paris	Arrt min. de Paris. — Carrières de Pa et du départem. de la Seine. — Com de statistique de l'industrie minér et des appareils à vapeur. — Commi des *Annales des mines.*
Küss ✱	ing. en ch. 2e-1891	Douai.	Arrt min. de Douai. — Ecole de Douai
L			
Lallemand ✱	ing. ord. 1re-1888	Paris	(*F. f. d'ing. en ch.*) — Comm. et servi du nivellement général de la Fran — Ch. de fer d'Orléans.
Lamé Fleury (O ✱). .	insp. gén. 1re-1884	Paris	Conseiller d'État. — Comité consult des chemins de fer.
Langlois ✱	ing. en ch. 2e-1889	Nancy.	Arrt min. de Nancy.
Lantenois	ing. ord. 3e-1888	Bône	Sous-arrt min. de Bône. — Ch. de algériens.
Launay (de).	ing. ord. 2e-1888	Paris	Cours à l'Ecole nle supér. des mines. Carte géologique détaillée de la Fran — Commission des *Annales des mi*
Laur (O ✱)	insp. gén. 2e-1887	Paris	Division du Centre.
Laurans	ing. ord. 2e-1883	—	(*Congé renouvelable.*)
Laurent	ing. ord. 3e-1889	Angers	Sous-arrt min. d'Angers. — Ch. de fe l'Etat. — Carte géologique détaillé la France.

	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
. .	ing. ord. 2e-1889	Saint-Etienne. . .	Ecole des mines de Saint-Étienne.
. .	élève. . . 3e-1892	Paris	Ecole.
. . .	ing. en ch. 2e-1889	Paris	Cours à l'Ecole nle supér. des mines. — Ecole polytechnique. — Comm. des *Ann. des mines*. — Comm. du grisou.
. . .	ing. ord. 2e-1886	Châlon-sur-Saône.	Sous-arrt min. de Châlon-sur-Saône. — Ch. de fer de P.-L.-M.
) . .	ing. ord. 1re-1886	Caen.	Sous-arrt min. de Caen. — Ch. de fer de l'Ouest. — Carte géologique détaillée de la France. — Cours à la faculté des sciences de Caen.
. . .	ing. en ch. 1re-1889	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Société minière et métallurgique de Peñarroya (Espagne).* — Cours à l'École supérieure des mines. — Comm. des *Annales des mines*. — Comm. du grisou.
. . .	ing. ord. 2e-1891	Albi.	Sous-arrt min. d'Albi, — Ch. de fer du Midi.
. . .	ing. ord. 3e-1892	Saint-Étienne. . .	École des mines de Saint-Étienne. — Ch. de fer de P.-L.-M.
. : .	ing. en ch. 1re-1886	Saint-Étienne. . .	Directeur de l'École des mines de Saint-Étienne.
. . .	ing. en ch. 2e-1888	Paris	Ministère du Commerce, des Colonies et de l'Industrie (Conservatoire national des Arts et Métiers). — Cours à l'École nationale supér. des mines. — Carte géologique détaillée de la France.
. . .	ing. en ch. 2e-1890	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Compagnie des forges de Châtillon-Commentry.*
✠ A)	ing. en ch. 1re-1891	Paris	Appareils à vapeur du départ. de la Seine. — Comm centrale des machines à vapeur. — Direct. du serv. de la carte géolog. de la France et des topographies souterr. — Topographie des bassins houillers d'Autun et d'Épinac.
. . . .	ing. ord. 3e-1892	Valence.	Sous-arrt min. de Valence. — Ch. de fer de P.-L.-M. (*Congé.*) — *Serv. militaire.*
✠ I). .	insp. gén. 1re-1887	Paris	Vice-président du Cons. gén. des mines. Cons. de l'École nle sup. des mines. — Comm. milit. sup. des ch. de fer. — Comité de l'exploit. techn. des ch. de fer. — Président de la Comm. centr. des machines à vapeur; — de la Comm. de la carte géolog. détaillée de la France; — de la Comm. des *Annales des mines*; — de la Comm. des Formules.
. . . .	ing. en ch. 2e-1890	Paris	Cours à l'École nle sup. des mines. — Carte géolog. détaillée de la France. — Comm. des *Annales des mines*. — Ch. de fer du Nord.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	[illegible]
Lorieux (O ✱)	insp. gén. 2e-1886	**Paris.**	Div. du [illegible] r[le] sup. de [illegible] techn. des [illegible] des mach. [illegible] la Comm. [illegible] et des appar [illegible] grisou. — [illegible]
Luuyt	ing. ord. 2e-1886	*Paris*	(*Congé renouv.* [illegible] *de P.-L.-M.*
M			
Maison	ing. ord. 3e-1890	Dijon	Sous-arrt min. [illegible] de P.-L.-M.
Maître.	ing. ord. 2e-1888	*Morvillars*.	(*Congé renouv.* [illegible] *de Morvillars.*
Mallard (O ✱). . . .	insp. gén. 2e-1886	Paris	Div. du [illegible] sup. des [illegible] géolog. déta. [illegible] des *Ann. des* [illegible]
Massieu (O ✱) (✿ I).	insp. gén. 2e-1887	Paris.	Ch. de fer de [illegible] techn. des [illegible] vérificat[illegible] ch. de fer. — [illegible] détaillée de [illegible]
Matrot (O ✱).	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Directeur des [illegible] Comité de l'[illegible] de fer. — [illegible] ch. de fer.
Mettrier.	ing. ord. 3e-1889	Pau	Sous-arrt min. de [illegible] Midi.
Meurgey ✱.	ing. en ch. 1re-1891	Toulouse	Arrt min. de Tou[illegible]
Moissenet ✱	ing. en ch. 1re-1883	Chaumont.	Arrt min. de [illegible]
Moutard (O ✱). . . .	insp. gén. 1re-1890	Paris.	Cours prépar[illegible] mines. — [illegible] technique.
Mussy ✱	ing. en ch. 2e-1882	*Paris*	(*Congé.*)
N			
Nadal	ing. ord. 3e-1888	Bourges.	Sous-arrt min. de [illegible] d'Orléans.
Nentien	ing. ord. 2e-1886	Nice.	Sous-arrt min. de [illegible] détaillée de la [illegible] P.-L.-M.
Nivoit ✱ (✿ A) . . .	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Ch. de fer de l'Est — [illegible] des ponts et [illegible] fert. de cette [illegible] de la carte [illegible]
O			
Olry ✱ (✿ I).	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Ch. de fer de l'Est — [illegible] des bassins [illegible] Pas-de-Calais. — [illegible]
Oppermann ✱.	ing. en ch. 2e-1891	Marseille	Arrt min. de Marseille

	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
. . .	insp. gén. 1re-1892	Paris	Ch. de fer de l'État. — Vice-président du Comité de l'expl. techn. des ch. de fer. — Comm. de vérification des comptes des comp. de ch. de fer.
. . .	ing. ord. 2e-1889	Paris	Ch. de fer de l'État. — Carte géolog. détaillée de la France.
. . .	ing. en ch. 2e-1890	Paris	Cours à l'École n^{le} sup. des mines.— Ch. de fer de l'Ouest.
. . .	ing. en ch. 1re-1892	Le Mans.	Arr^{t} min. du Mans.
. . .	insp. gén. 2e-1892	Paris	Div. du sud.
. . .	ing. ord. 1re-1886	Paris	Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts (Faculté des sciences de Paris). — École polytechnique.
. . .	ing. en ch. 1re-1886	Paris	Carte géolog. détaillée de la France. — Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — École polytechnique.
. . .	ing. en ch. 1re-1883	Alger.	Arr^{t} min. d'Alger.—Ch. de fer algériens.
. . .	ing. ord. 2e-1891	Grenoble	Sous-arr^{t} min. de Grenoble. — Ch. de fer de P.-L.-M.
. . . .	ing. ord. 3e-1889	Alais	Sous-arr. min. d'Alais. — Ch. de fer de P.-L.-M.
. . . .	ing. ord. 2e-1891	Saint-Étienne. . .	École des mines de Saint-Étienne.
. . . .	élève . . . 3e-1892	Paris	École.
I). .	insp. gén. 1re-1892	Paris	Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — École polytechnique. — Comm. des *Annales des mines*.
. . . .	élève . . . 1re-1892	Paris.	École.
A). . . Forms.	ing. ord. 1re-1885	*Paris*	(*Congé renouvel.*) — *Études sur le Transsaharien.* — Carte géolog détaillée de la France.
. . . .	ing. ord. 1re-1885	*Paris*	(*Congé renouv.*) — *Comp. des ch. de fer de l'Est.* — Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — Comm. des *Annales des mines.*
. . . .	ing. ord. 2e-1889	Marseille	Sous-arr^{t} min. de Marseille. — Ch. de fer de P.-L.-M.
A). . .	ing. ord. 1re-1888	*Lille*.	(*Congé renouvel.*) — *Comp. des mines de Bruay et de l'Escarpelle.* — Topogr. souterr. des bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais.
. . . . .	ing. ord. 1re-1888	Rodez.	(*F. f. d'Ing. en ch.*)— Arr^{t} min. Rodez,
. . . . .	ing. ord. 1re-1891	Saint-Étienne. . .	École des mines de Saint-Étienne. — Carte géolog. détaillée de la France.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	[illegible]
V			
Verdier (du). *V.* Genouillac.			
Verlant	ing. ord. 3e-1892	Carcassonne. . . .	Sous-arrt min. [illegible] fer du [illegible]
Vicaire ✻.	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Cours à l'Éc[illegible] Ch. de fer [illegible] l'expl. [illegible] centr. des [illegible] des *Annales* [illegible]
Vieira	ing. ord. 2e-1875	*Toulouse*	(*Congé*.)
Villain.	ing. ord. 2e-1891	Vesoul	Sous-arrt min. [illegible] de l'Est
Villot ✻.	insp. gén. 2e-1888	Paris	Div. du sud-[illegible] mach. à vapeur [illegible] mules.
Vital ✻.	ing. en ch. 2e-1886	Bordeaux.	Arrt min. de B[illegible]
Voisin (*Armand*) . . .	ing. en ch. 2e-1889	*Hénin-Liétard* . .	(*Congé renouv.* – [illegible] *Bourges*.
Voisin (*Honoré*). . . .	ing. ord. 1re-1885	*Firminy*.	(*Congé renouvel.* – [illegible] *Roche-la-M*[illegible]
W			
Walckenaër.	ing. ord. 1re-1891	Paris	Appareils à vapeur [illegible] — Comm. [illegible] — Contrôle [illegible] de la Seine.
Weiss	ing. ord. 3e-1892	Arras.	Sous-arrt min. [illegible] Nord.
Wickersheimer ✻ . .	ing. en ch. 2e-1890	Paris	Comm. centr. des [illegible]
Worms de Romilly ✻.	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Ch. de fer de P.-L.[illegible]
Z			
Zeiller ✻	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Secrétariat *du* [illegible] Secrétariat de l[illegible] *des mines*. – [illegible] l'indust. [illegible] — Comm. de [illegible] de la France. – [illegible] de paléontolog[illegible] sup. des mines. – [illegible] de bassins [illegible]

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE
DES
CONTRÔLEURS DES MINES

NOTA. — *Les chiffres inscrits dans la colonne des classes indiquent la date de la nomination au grade ou celle du dernier avancement.*
Les noms en italique *indiquent les Contrôleurs des Mines placés dans une position autre que celle de l'activité.*

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
A			
Abadie.	3e-1889	Decazeville	Aveyron, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Albin.	pal-1883	Marseille	Bouches-du-Rhône, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Auvergne.	2e-1883	»	(*Congé renouvelable.*) — *Cie Anglaise des mines de plomb et de mercure de Taghit (Algérie).*
B			
Barrier.	pal-1892	Toulouse	Haute-Garonne, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Bazin.	3e-1887	Limoges	Haute-Vienne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Benoit (I. A)	3e-1886	»	(*Congé.*)
Bertharion.	2e-1888	Alais	Gard, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Berthier.	4e-1889	Tunis	Ministère des Affaires étrangères.
Berthon	4e-1892	Briançon	Hautes-Alpes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bertrand.	1re-1888	Paris	Ch. de fer d'Orléans.
Besombes.	2e-1884	Bastia	Corse, serv. ordin. — Ch. de fer de la Corse.
Boisramé.	2e-1883		(*Retrait d'emploi.*)
Bolo	3e-1886	Brest	Finistère, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest; — d'Orléans.
Bonnaymé	pal-1882	Belfort	Territoire de Belfort, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Bonnes.	2e-1885	Alais	Gard, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bonvin ✻	pal-1882	Paris	Ch. de fer de P.-L.-M.
Bosdecher (✻ M. A.)	1re-1889	Nantes	Loire-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État: — d'Orléans.
Bouguet	1re-1890	Moulins	Allier, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bourdon.	pal-1881	Grenoble	Isère, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Boutes	2e-1886	Marseille	Bouches-du-Rhône, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bouty (✿ A)	pal-1884	Oran	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Bouvier	pal-1891	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer d'Alger à Oran.
Brossette	pal-1886	Aubin	Aveyron, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Bruant	1re-1888	Paris	Carrières de Paris et du département de la Seine.
C			
Cadieu	pal-1889	Rennes	Ille-et-Vilaine, serv. ordin.
Cambessèdès	1re-1891	Douai	Ecole de Maitres-ouvriers mineurs de Douai.
Canelle	3e-1867	»	
Cazenave	pal-1888	Bordeaux	Gironde, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans; — du Midi.
Chalot	pal-1888	Vesoul	Haute-Saône, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Chaudoreille	3e-1888	Constantine	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Chaumier (✿ A)	2e-1887	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Chevreul	3e-1887	Rennes	Ille-et-Vilaine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Claisse	4e-1888	Draguignan	Var, serv. ordin.— Ch. de fer du Sud de la France.
Clavel	1re-1885	Tours	Indre-et-Loire, serv. ordin.— Ch. de fer de l'État; — d'Orléans.
Clère	1re-1890	Avignon	Vaucluse, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Coignard	3e-1891	Alais	Gard, serv. ordin.
Coret (✿ A)	2e-1885	Bourges	Cher, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Corriol	1re-1887	Le Mans	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Cossange	4e-1888	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Coste	3e-1886	Meaux	Seine-et-Marne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Croisille	2e-1889	Longwy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin.
Cuvillier	1re-1886	Versailles	Seine-et-Oise, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Etat.
D			
Décatoire	4e-1891	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Decressain	1re-1889	Paris	Seine, ch. de fer de l'Ouest.
Denizet	4e-1889	Paris	Ch. de fer du Nord.
Dionot	4e-1888	Rouen	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Domergue	3e-1890	Alais	Gard, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Drot	1re-1891	Tlemcen. . . .	Algérie, serv. ordin.
Drouot	3e-1889	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Dumas.	4e-1892	Bourbonne-les-Bains. . . .	Haute-Marne, serv. ordin.
Dunkel ✱ (🟊 I).	pal-1879	Paris.	Carrières de Paris et département de la Seine.
Duverdier	4e-1887	Bordeaux . . .	Gironde, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État; — d'Orléans.
E			
Espérandieu	2e-1891	Bône.	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
F			
Fagot.	1re-1883	Paris.	Carrières de Paris et du département de la Seine.
Feyte.	1re-1883	Montpellier . .	Hérault, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Finot.	3e-1887	Prades.	Pyrénées-Orientales, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Flandrin.	3e-1886	Rouen.	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Fopp.	2e-1892	»	(*Congé renouvelable.*) — *Société des mines de San-Martin.*
Foucault.	pal-1891	Mézières. . . .	Ardennes, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Fourmond.	2e-1890	Le Mans. . . .	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Fouré	4e-1893	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Froissardey	1re-1891	Paris.	Carrières de Paris et du département de la Seine.
Fyot.	3e-1886	Chalon.	Saône-et-Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
G			
Gabon	3e-1892	»	Sous-Secrétariat d'État des Colonies, — Nouvelle-Calédonie.
Gal.	2e-1887	»	(*Congé renouv.*) — *Société minière et métallurg. de Peñarroya* (*Espagne*).
Galtier.	2e-1884	Albi.	Tarn, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Gardes.	2e-1890	Cahors.	Lot, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Garreau	p[al]-1890	Alais.	École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.
Gauthier.	4e-1890	Tunis.	Ministère des Affaires étrangères.
Gayet.	4e-1892	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Germain.	2e-1891	Bourg.	Ain, serv. ordin.
Gibert	4e-1863	»	
Gilotaux.	4e-1891	Lille.	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Girod.	2e-1888	Evreux	Eure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Goddard.	1re-1884	Chambéry. . .	Savoie, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Goeb (Daniel)	2e-1886	Amiens	Somme, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Goeb (Jean)	2e-1888	Paris.	Serv. ordin. — Ch. de fer de l'État; — de l'Est.
Gomot	3e-1886	Marseille . . .	Bouches-du-Rhône, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Gosse.	3e-1886	Beauvais. . . .	Oise, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Gouéry.	2e-1888	Paris.	Ch. de fer de l'Ouest.
Gourvest.	4e-1889	Paris.	Ch. de fer de P.-L.-M.
Grand	3e-1886	Constantine. .	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Granddidier	4e-1888	Nancy.	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Grandière	4e-1876	»	
Gruet.	1re-1886	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Guèze	2e-1877	»	(*Disponibilité.*)
Guillier.	3e-1885	»	(*Congé.*)
Guillot.	3e-1887	Rodez.	Aveyron, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
H			
Hamon.	2e-1889	Orléans	Loiret, serv. ordin. — Ch. de fer de de l'État; — d'Orléans.
Harbulot.	3e-1885	Isère.	Grenoble, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Hoctin.	1re-1889	Dijon	Côte-d'Or, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Hurlaut	1re-1891	Auxerre. . . .	Yonne, serv. ordin.
I			
Issartier.	3e-1887	Marseille . . .	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
J			
Jacquin	2e-1887	Périgueux. . .	Dordogne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Jamet (✿ A).	3e-1891	Paris.	Ch. de fer de P.-L.-M.
Jeandon	4e-1889	Nimes.	Gard, serv. ordin.
Jourdan	3e-1891	Paris.	Ch. de fer de P.-L.-M.
L			
Labeyrie (Adolphe) . . .	pal-1891	Épernay. . . .	Service ordinaire. — Ch. de fer de l'Est.
Labeyrie (Léon) ✱ . . .	pal-1882	Paris.	Serv. ordin. — Ch. de fer de l'État; — de l'Est.
Lafond.	4e-1893	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lafont	pal-1889	Valenciennes..	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lambert (✿ A)	4e-1889	Nantes.	Loire-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État; — d'Orléans.
Larmanou	4e-1893	La Roche-sur-Yon.	Vendée, serv. ord. — Ch. de fer de l'État.
Lavé.	pal-1882	Rive-de-Gier. .	Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Laville.	4e-1888	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.
Lefèvre.	pal-1890	Lille.	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lemoine	4e-1890	Lille.	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lenglet.	4e-1888	Valenciennes..	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lesprit.	1re-1891	Besançon . . .	Doubs, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Liévin	2e-1891	Nice.	Alpes-Maritimes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Limanton.	4e-1888	Paris.	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Lussac	1re-1884	Alger	Algérie, serv. ordin.
M			
Mahl (✿ A)	3e-1889	Paris.	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Maillon.	1re-1890	»	*(Congé renouvelable.) — Travaux de recherches dans des concessions houillères.*
Malplat.	pal-1890	Rive-de-Gier..	Loire, serv. ordin.
Marchal	3e-1891	Troyes.	Aube, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Maris.	1re-1890	Douai	École des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Martin.	4e-1876	»	
Massin.	pal-1889	Paris.	Ch. de fer du Nord.
Masson.	3e-1891	Béthune. . . .	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Mathieu (✠ A) (✠ M. A.).	2e-1886	Paris.	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Mazagot (✠ A)	2e-1885	Alais.	École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.
Merchadier.	3e-1886	Lyon.	Rhône, serv. ordin.
Mercier.	3e-1886	»	(*Congé renouv.*) — *Recherches de mines en Algérie et en Tunisie.*
Mermillod.	1re-1886	Bar-le-Duc. .	Meuse, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Mialhe.	4e-1878	»	(*Congé.*)
Moreau.	2e-1869	Laon.	Aisne, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Morel (✠ A).	2e-1888	Paris.	Appareils à vapeur du département de la Seine. — Contrôle de tramways.
O			
Ode (✠ A) (✠ M. A.) . .	3e-1886	Paris.	Appareils à vapeur du département de la Seine.
P			
Pagès.	2e-1887	Carcassonne. .	Aude, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Péricard.	2e-1889	Bourgoin . . .	Isère, serv. ordin.
Perrève	3e-1887	»	(*Congé renouv.*) — *Mines de Bessèges.*
Perrot	3e-1888	Annecy	Haute-Savoie, serv. ordin.
Petitjean.	2e-1886	Clermont-Ferrand.	Puy-de-Dôme, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Picard.	4e-1876	»	
Pierrat.	1re-1890	Épinal.	Vosges, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Pierron.	1re-1890	Nancy.	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Platon	2e-1891	Angers	Maine-et-Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État.
Pluyette	2e-1886	Paris.	Seine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Pommier.	4e-1891	Guéret.	Creuse, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Poncelet	2e-1883	Oran.	Algérie, laboratoire de chimie d'Oran.
Pondruel.	1re-1884	Paris.	Carrières de Paris et du département de la Seine.
Portal	4e-1891	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Potaux.	2e–1892	Lille.	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Poteau.	2e–1886	Douai	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord. — École des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Préchey	pal–1891	Chaumont. . .	Haute-Marne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Précorbin (de).	3e–1874	»	(*Disponibilité.*)
Pupier.	3e–1887	Chalon.	Saône-et-Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
R			
Radigois.	1re–1889	Nantes.	Loire-Inférieure, serv. ord. — Ch. de fer de l'État; — d'Orléans.
Ravet.	4e–1883	»	(*Congé.*)
Ravaudet.	3e–1892	Poitiers. . . .	Vienne, serv. ord. — Ch. de fer de l'État; — d'Orléans.
Reboul.	2e–1886	Mont-de-Marsan	Landes, serv. ord. — Ch. de fer du Midi.
Repelin.	pal–1888	Lyon.	Rhône, serv. ord. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Revel.	1re–1891	Le Havre . . .	Seine-Inférieure, serv. ord. — Ch. de fer de l'Ouest.
Rizans.	1re–1887	Béziers	Ch. de fer du Midi.
Rossi.	3e–1890	»	Sous-Secrétariat d'État des colonies (Nouvelle-Calédonie).
Roux.	4e–1891	Arras	Pas-de-Calais, serv. ord. — Ch. de fer du Nord.
Rouzeaud.	2e–1889	»	(*Congé renouvel.*) — *Directeur d'une blanchisserie à Royat.*
S			
Serran ❋	3e–1888	»	(*Congé renouvel.*) — *Société d'études des charbonnages des Bouches-du-Rhône.*
Seureux	1re–1882	»	(*Congé renouvel.*) — *Tissage mécanique de Moutières-lès-Amiens.*
Scheffler	1re–1885	Caen.	Calvados, serv. ord. — Ch. de fer de l'Ouest.
Schmidt	pal–1879	Nancy.	Ch. de fer de l'Est.
Seignobosc (Léopold) . .	4e–1889	Lyon.	Rhône, serv. ord. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Seignobosc (Théodore). .	1re–1891	Clermont-Ferrand	Puy-de-Dôme, serv. ord. — Ch. de fer d'Orléans; — de P.-L.-M.
Sergère.	2e–1891	Constantine. .	Laboratoire de chimie de Constantine.
Séis.	1re–1889	Sem.	Ariège, serv. ord. (mines de Rancié).
Simon	4e–1893	Alger	Algérie, serv. ord. — Ch. de fer de l'Est-Algérien.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Soudan.	p^{al}-1886	Le Creusot. . .	Saône-et-Loire, serv. ord. — fer de P.-L.-M.
Soulages.	4e-1891	Saint-Étienne.	Loire, serv. ord.
Soyez.	p^{al}-1888	Paris.	Ch. de fer du Nord. — de la comm. centr. des vapeur.
Stopin	2e-1888	Mascara. . . .	Algérie, serv. ord. — Ch. de
T			
Thomas (Alexandre). . .	p^{al}-1879	Privas.	Ardèche, serv. ord. — Ch. P.-L.-M.
Thomas (Hippolyte) (✿ A).	p^{al}-1890	Paris.	Carte géolog. détaillée de
Tingry (✿ A)	1re-1889	Alger.	Algérie, laboratoire de chi
V			
Vaillant	2e-1885	Reims.	Marne, serv. ord. — Ch. l'Est.
Vaillot.	2e-1892	Valence. . . .	Drôme, serv. ord. — Ch. P.-L.-M.
Vallet	2e-1890	Paris.	Carrières de Paris et du dé de la Seine.
Varin.	2e-1886	Montluçon. . .	Allier, serv. ord. — Ch. de léans.
Vernhettes.	4e-1891	Rodez.	Aveyron, serv. ord. — d'Orléans.
Villet.	2e-1885	Saint-Jean-de-Maurienne. .	Savoie, serv. ord.
Vincent	4e-1891	Saint-Étienne.	Loire serv. ord.
Vion.	2e-1891	Pau	Basses-Pyrénées, serv. ord. fer du Midi.
Vollot	1re-1889	Angoulême . .	Charente, serv. ord. — Ch. l'État; — d'Orléans.
W			
Watrin.	1re-1889	Mézières. . . .	Ardennes, serv. ord. — Ch. l'Est.
Y			
Yvart.	p^{al}-1891	Flers.	Orne, serv. ord. — Ch. fer

Ve CH. DUNOD, éditeur.—Paris. Imp. C. Marpon et E. Flammarion, r. Raci

Fig. 5.

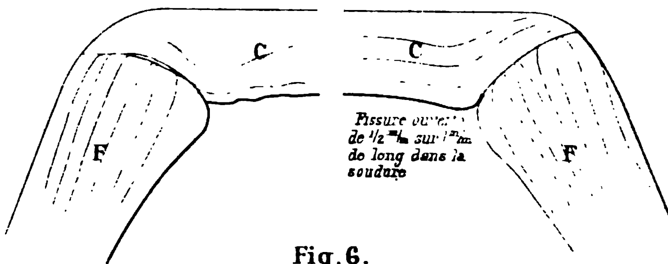


Fig. 6.

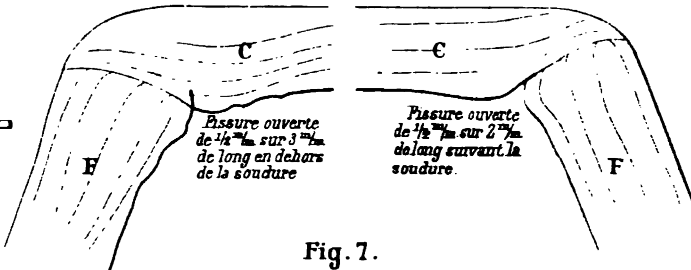


Fig. 7.

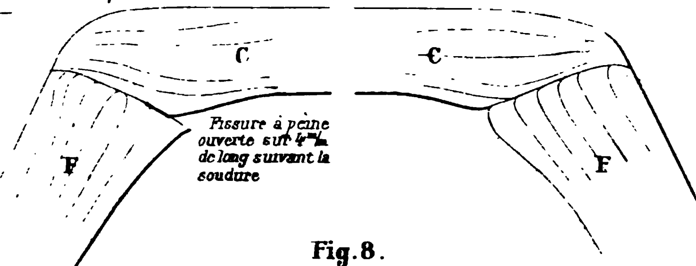


Fig. 8.

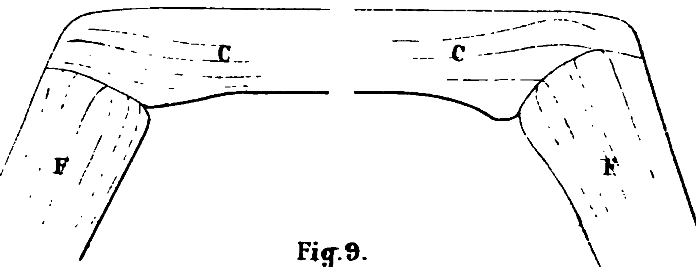
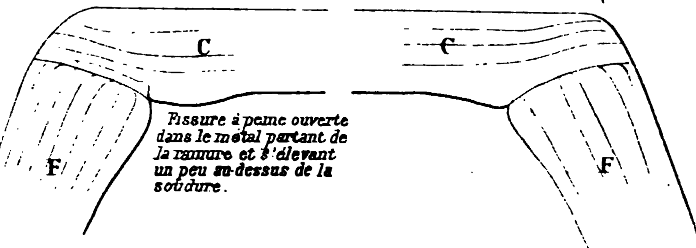


Fig. 9.



5597

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque Paris

EXPLICATION DES PLANCHES.

MAI.

Pl. XII. — Explosions de récipients soudés, à Lyon et à Tours.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME III.

6e LIVRAISON DE 1893.

PARIS.

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES ET DES TÉLÉGRAPHES,

Quai des Augustins, 49

1893

TABLE DES MATIÈRES.

JUIN.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

BIBLIOGRAPHIE.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Avril.

N.-B. — Le *Journal officiel* publie tous les lundis les propositions et homologations de tarifs de chemins de fer. Des abonnements spéciaux peuvent être pris pour la partie du journal contenant lesdites propositions et homologations.



TRANSMISSIONS
ÉLECTRIQUES

ÉLECTROMOTEURS
DE TOUTES PUISSANCES
1/2 cheval à 1.000 chevaux

APPLICATIONS
Dans les MINES et USINES
métallurgiques
pour la commande des

POMPES
VENTILATEURS
LOCOMOTIVES
APPAREILS
DE LEVAGE
ETC., ETC., ETC.



APPLICATIONS
De la Commande Électr
AUX TRANSBORDEURS D
150 TONNES
60 TONNES
30 TONNES
DES USINES DE SAINT-CHA
50 TONNES
Des Établissements MARREL F
15 TONNES
DE MM. SCULFORT & FOCKE
6 TONNES
DES FORGES DE DENAIN À

TRANSFORMATIO
De commande par câble
EN COMMANDE ÉLECTR
AUX TRANSBORDEURS
75 TONNES
DES USINES DE SAINT-CH
30 TONNES
DES ACIÉRIES DE L

SAUTTER. HARLÉ & C

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 — PARIS

Louis FLASSE
ET SES FILS
à Ville Pommerœul (Hainaut) Belgique

et Dombasle-sur-Meurthe, France

ENTREPRISE A FORFAIT
DE SONDAGES ET PUITS ARTÉSIENS
A GRANDS DIAMÈTRES DE TOUTE PROFONDEUR

SONDAGES D'EXPLOITATION DE SALINES
et réparation des Sondages écroulés par suite de la dissolution du sel

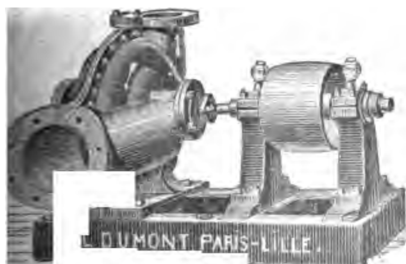
SYSTÈME A CHUTE-LIBRE
LE PLUS PERFECTIONNÉ DU JOUR, MARCHE GARANTIE RÉGULIÈRE ET RAPIDE

LOCATION DE MATÉRIEL, ETC.

IAISON FONDÉE EN 1868

L. DUMONT
PARIS, 55, rue Sedaine
LILLE, 100, rue d'Isly

OMPES CENTRIFUGES
MÉDAILLE D'OR
EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



et pour travaux d'épuisement

IMP. GRANDES ÉLÉVATIONS

...TIFIÉE

...ATIONS

...atalogue

LAMPES DE MINEU...
EN TOUS GENRES

COSSET-DUBRULLE FILS
INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

LILLE — 3, rue de Toul, 3 — LILLE

LES PLUS HAUTES RÉCOMPENSES AUX EXPOSITIONS

FERMETURES AUTOMATIQUES ET A RIVETS DE PLOMB
TOUS MODÈLES EXÉCUTÉS SUR DESSINS OU TYPES
FOURNITURES DE TOUTES PIÈCES POUR ÉCLAIRAGE

Envoi franco sur demande des Prix-courants

L'INDUSTRIE DES HUILES DE SCHISTE

EN FRANCE ET EN ÉCOSSE

Par M. G. CHESNEAU, Ingénieur au Corps des mines.

INTRODUCTION

Les *Annales des mines* ont publié en 1871 deux importants rapports de MM. Tournaire et Chosson (*), sur l'industrie des huiles de schiste dans l'Autunois, donnant d'une façon très complète l'historique du développement de cette industrie, les procédés de distillation des schistes et de rectification des huiles usités à cette époque, les tentatives faites par les exploitants de schiste pour augmenter leurs rendements et abaisser leurs prix de revient, enfin les essais de laboratoire entrepris par les auteurs de ces mémoires en vue d'indiquer à l'industrie de l'Autunois les perfectionnements dont elle était susceptible.

Les études de ces ingénieurs, entreprises à l'instigation du Ministre de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, avaient pour but de fournir à l'industrie des huiles de schistes d'abord très florissante jusqù'en 1864, puis entravée par la concurrence des pétroles américains, des éléments d'amélioration permettant aux exploitants

(*) *La situation des schistes bitumineux du bassin d'Autun*, par M. Chosson, Ingénieur des mines, et *Industrie des huiles de schiste dans l'Autunois*, par M. Tournaire, Ingénieur en chef des mines. (*Annales des mines*, 1871, 6e série, t. XX, p. 347 à 474.)

de l'Autunois de soutenir la lutte contre ce produit nouveau, et de conserver à la France une industrie essentiellement nationale et digne de l'intérêt de tous.

Elles ont exercé une très réelle influence sur les perfectionnements considérables dont elle a été l'objet, dans le sens indiqué par ces ingénieurs, et grâce auxquels la production des schistes en France a pu atteindre, dans ces dernières années, un chiffre presque triple de celui de 1864.

Malheureusement pour cette industrie, c'est moins à ces améliorations qu'à la protection assurée par nos tarifs douaniers qu'il faut attribuer ce développement. En effet, le prix de revient encore très élevé de l'huile brute de schiste, supérieur au prix actuel des pétroles bruts rendus dans nos ports, son faible rendement en huile d'éclairage, la médiocre qualité des produits qu'on en retire ne permettent de vendre les huiles de schiste que moyennant un droit très élevé sur les pétroles : l'industrie des huiles de schiste en France est donc aujourd'hui à la merci des tarifs de douane.

Antérieurement à 1863, époque de l'arrivée des pétroles américains sur les marchés d'Europe, les huiles de schiste d'éclairage, qui n'avaient à lutter que contre les huiles végétales, ne se vendaient pas au-dessous de 90 à 95 francs les 100 kilogrammes. La concurrence des pétroles d'Amérique fit descendre rapidement les prix de vente d'abord à 55 francs en moyenne de 1863 à 1871, puis à des cours de plus en plus bas, et enfin aujourd'hui, les 100 kilogrammes d'huile de schiste *lampante* se livrent à 30 francs et au-dessous, fût perdu.

De 1863 à 1871, les seuls droits de douane dont étaient frappées les huiles minérales consistaient en une taxe de 5 p. 100 *ad valorem*, et, si malgré ce faible droit les huiles de schiste indigènes ont pu lutter avec la concurrence étrangère, c'est que, pendant cette période, le

cours moyen des pétroles raffinés s'est maintenu à 60 francs les 100 kilogrammes en entrepôt, soit 63 francs à l'intérieur en tenant compte des 5 p. 100 *ad valorem*, chiffre très supérieur encore à la valeur actuelle, droit de douane acquitté, du pétrole américain. A partir de 1871, la chute des cours des pétroles s'est accélérée, mais des droits de douane beaucoup plus élevés que les 5 p. 100 *ad valorem*, d'abord 32 francs aux 100 kilogrammes d'huile épurée jusqu'en 1881, puis 25 francs jusqu'en 1892, sont venus compenser pour l'industrie indigène des huiles de schiste l'abaissement du prix des pétroles américain ou russe tombé aujourd'hui à 15 francs, et même moins, les 100 kilogrammes, fût compris, hors douane, et ce sont ces droits qui seuls ont permis à notre industrie schistière de prendre un certain développement.

Mais cette diminution continue du prix des pétroles a déterminé, dans ces dernières années, un mouvement d'opinion en faveur du dégrèvement des droits sur cette matière, devenus très supérieurs à sa valeur dans les pays qui les produisent; comme en 1871, l'existence même de l'industrie des huiles de schiste en France est remise en question, et les pouvoirs publics ont dû se préoccuper à nouveau de sa situation actuelle et des améliorations possibles qu'elle comporte.

Chargé par M. le Ministre du commerce d'étudier en France et à l'étranger les conditions de l'industrie des huiles minérales, nous avons été amené à examiner sur place dans le courant de février 1892, la fabrication des huiles de schiste en France et en Écosse, et à rechercher notamment comment une industrie, si précaire chez nous, a pu prendre en Angleterre un essor considérable, sans droits protecteurs. La comparaison des procédés usités dans ces deux pays nous a conduit à penser que notre industrie indigène pourrait sinon appliquer directement les méthodes écossaises, y trouver du moins une indica-

tion de la voie à suivre pour tenter de nouvelles améliorations et parer dans une certaine mesure à un abaissement des droits sur les pétroles.

L'étude que nous allons faire des procédés actuels de l'industrie des huiles de schiste en France et en Écosse, suivie de leur comparaison et des recherches de laboratoire que nous avons faites pour vérifier si les procédés anglais sont applicables à nos schistes, sera donc un complément de quelque utilité aux remarquables études publiées en 1871 dans les *Annales des mines.*

Nous prions les industriels écossais et français qui nous ont fourni les éléments de ce travail, de vouloir bien recevoir ici l'expression de notre vive reconnaissance pour l'excellent accueil que nous avons trouvé auprès d'eux.

INDUSTRIE DES HUILES DE SCHISTES BITUMINEUX DE L'ALLIER ET D'AUTUN.

L'industrie des huiles produites par la distillation des schistes bitumineux a commencé en France peu de temps après les premières recherches faites sur ce sujet par Laurent de Reichenbach, vers 1830; l'emploi pratique des huiles de schistes pour l'éclairage date en France de 1839, époque à laquelle Selligue, qui poursuivait des recherches sur la distillation des schistes d'Autun, réussit à épurer les huiles qu'on en retire, et inventa les procédés d'où dérivent, avec quelques perfectionnements, les systèmes actuellement en usage. L'industrie des schistes bitumineux en France est antérieure de quelques années à celle des schistes d'Écosse.

Les principaux gisements de schistes bitumineux actuellement reconnus en France sont ceux d'Autun et de Buxières-les-Mines exploités régulièrement, le pre-

mier depuis 1862, le second depuis 1858. Il existe aussi quelques exploitations dans le Var, le Puy-de-Dôme et les Basses-Alpes; mais sur 210.000 tonnes de schistes bitumineux (dont 9.000 de boghead) produits en 1890, le bassin d'Autun entre pour 156.000 et celui de Buxières pour 51.000 tonnes, soit ensemble la presque totalité de l'extraction.

Nous ne nous occuperons donc que de l'industrie des bassins de Buxières et d'Autun.

L'étage des schistes bitumineux de Buxières et d'Autun appartient au terrain permien. Dans la région de Buxières, il comprend essentiellement des grès et schistes de couleur noirâtre, analogues à ceux du terrain houiller, et se caractérise par trois niveaux qui sont de bas en haut : 1° la houille; 2° le schiste bitumineux; 3° des bancs de silex, calcaire fétide et schiste bitumineux mince intercalés dans les grès. Le niveau de la houille comprend une seule couche exploitable de 2 mètres environ d'épaisseur; le niveau du schiste comprend deux bancs de schiste, dont l'un des deux est seul exploitable dans chaque concession.

Le bassin d'Autun comprend deux étages : un étage inférieur appartenant au terrain houiller et exploité à Épinac, et un étage supérieur contenant les schistes bitumineux, qui paraît appartenir au terrain permien ; la région contenant les schistes s'étend sur une superficie de 18.000 hectares. L'étage des schistes bitumineux contient neuf couches reconnues, dont sept exploitables.

Leur épaisseur utilisable est en général de 2 mètres à $2^m,50$, sauf la couche supérieure exploitée aux Télots qui n'a que 1 mètre environ d'utilisable, mais comprenant une couche de $0^m,25$ de boghead qui lui donne une valeur considérable.

Dans le bassin de Buxières, on exploite donc le charbon et le schiste, tandis que, dans celui d'Autun, on

extrait seulement du schiste et le boghead, toute la houille du bassin étant confinée dans la concession d'Épinac.

Voici, dans chaque bassin, les concessions de schiste et les usines qui sont en activité, le nom des exploitations et la description succincte de leurs installations :

CONCESSIONS	EXPLOITANTS	INSTALLATIONS
Bassin de Buxières.		
1° Buxières-la-Grue et La Courolle.	M. Duchet	Exploitation souterraine de schiste et charbon (un puits et une exploitation à flanc de coteau). — Usine de distillation de schiste et de rectification d'huile brute.
2° Les Plamores	MM. Rondeleux et Cie.	Exploitation souterraine de schiste et charbon (un puits). — Usine de distillation de schiste. — Usine de rectification. — Annexe : fabrique de tuiles.
3° Saint-Hilaire	M. le comte de Châteaubriant.	Exploitation souterraine de schiste et charbon (un puits). — Usine de distillation et de rectification de schiste.
Bassin d'Autun.		
Les Télots et Surmoulin.	Société Lyonnaise	Exploitation souterraine de schiste et de boghead (un puits) et distillation de schiste.
Margenne	*Idem*	Exploitation souterraine de schiste (un puits) et distillation de schiste.
Ravelon	*Idem*	*Idem.*
Igornay	*Idem*	*Idem.*
		NOTA. Les huiles brutes de ces quatre établissements sont rectifiées et traitées dans une même usine située à Saint-Léger.
Muse	M. Aymard	Exploitation souterraine de schiste et distillation de schiste (les huiles brutes de l'usine de Muse sont vendues à la Société Lyonnaise).
Le Ruet	M. J. Ragot	Exploitation souterraine de schiste (un puits). — Usine de distillation de schiste et usine de rectification.
La Comaille	MM. Rondeleux et Cie	Exploitation souterraine de schiste (un puits). — Usine de distillation et rectification.

Lors de l'étude de MM. Tournaire et Chosson, les procédés de distillation des schistes et de rectification des

huiles étaient assez variés d'une usine à l'autre. Les cornues de distillation des schistes les plus répandues étaient, soit une cornue verticale fixe, chauffée à la houille, rendant en moyenne 5 litres d'huile brute par hectolitre de schiste, soit surtout un four tournant, à foyer latéral à la houille (système Mâlo), qui rendait en moyenne 6 litres par hectolitre de schiste. Ainsi que l'indiquaient MM. Tournaire et Chosson d'après les résultats déjà obtenus en 1871, on a peu à peu essayé de transformer les procédés de distillation, moins en vue d'augmenter le rendement en huile que pour économiser sur le combustible, et, dans ce but, on est arrivé à utiliser le schiste lui-même, retenant encore une certaine quantité de produits carburés, comme combustible pour le chauffage des cornues de distillation, qui actuellement ont toutes à peu près la même forme, établie pour répondre à cet emploi du schiste.

Actuellement la distillation des schistes ne diffère pas sensiblement d'un établissement à l'autre, ni même quand on passe de l'Autunois aux exploitations de Buxières, et si les rendements varient dans d'assez fortes limites suivant la qualité du schiste, les frais de traitement sont à peu près les mêmes partout. Le mode de rectification de l'huile brute et d'épuration chimique des produits varient également assez peu d'une usine à l'autre et il nous suffira de décrire pour chaque opération les appareils ou les méthodes de l'un ou de l'autre des établissements de ces régions, en indiquant seulement au besoin les variantes dont ils sont susceptibles.

Le traitement comprend toujours dans son ensemble deux opérations essentielles : 1° la *distillation des schistes* bitumineux donnant l'huile brute ; 2° la *rectification de l'huile brute* donnant les diverses huiles commerciales.

Nous allons décrire successivement et en détail chacune de ces opérations ; les principaux résultats en sont consignés dans le tableau statistique ci-dessous, résu-

mant les produits et rendements de chaque exploitation, en 1890 :

EXPLOITATIONS ET USINES	PRODUCTION de schiste en 1890	NOMBRE DE CORNUES de distillation de schiste	HUILE BRUTE OBTENUE par hectolitre de schiste	DENSITÉ de l'huile brute	PRODUCTION en huile brute	NOMBRE DE CHAUDIÈRES de rectification	NOMBRE d'ouvriers employés : à l'extraction du schiste	NOMBRE d'ouvriers employés : à la distillation, rectification, etc.
Autun.	m. cub.		litres		hectol.			
Société Lyonnaise :								
Les Télots. . . .	25.572(*a*)	64	4,50		14.733	»	162	78
Margenne. . . .	6.000	6	4,50	0,875	1.500	»	15	40
Ravelon.	27.620	52	5,50		14.186	»	55	35
Igornay.	29.100	87	4,50	0,860	13.712	»	75	40
Saint-Léger. . .	»	»	»	»	»	20	»	45
Muse	13.564	49	5,40	0,872	7 443	»	23	12
Le Ruel	20.000	36	5,25	0,862	10.500	10	34	27
La Comaille	24.000	50	5,75	0,870	13.800	11	55	65
Totaux et moyen^{s}.	147.856	344	5,25	0,870	76.874	41	419	342
Buxières.								
Les Plamores. . .	19 682	36	5,80	0,893	11.600	19	62	30
Buxières-la-Grue et la Courolle. .	28.000	60	5,40	0,897	20.000	14	120	50
Saint-Hilaire . . .	22 613	36	6,25	0,877	14.000	8	35	43
Totaux et moyen^{s}.	70.295(*b*)	132	5,75	0,890	45.600	41	217(*c*)	123
Ensemble des deux bassins.	218.151(*b*)	476	5,45	0,880	122.474	85	636(*c*)	465

OBSERVATIONS.

(*a*) En outre, 8.600 tonnes de boghead.
(*b*) En outre, 39.450 tonnes de charbon.
(*c*) Plus, 166 ouvriers employés à l'extraction du charbon.

§ 1. Distillation des schistes.

La distillation des schistes se fait dans des cornues verticales en fonte de capacité variable (13 à 16 hectolitres), mais de type uniforme, dont nous donnons ci-joint un croquis détaillé pour une cornue de 15 hectolitres.

Ces cornues sont groupées par batteries de 12 à 24 dans des massifs en maçonnerie, dont les plates-formes supérieures où se fait le chargement sont reliées au sol de l'atelier de cassage, sur lequel les schistes arrivant de la mine sont mis en fragments de la grosseur voulue.

Les cornues sont en fonte de $0^{m},03$ d'épaisseur et méplates ; elles ont une forme parallélipipédique terminée à la partie inférieure par une pyramide renversée. Elles portent trois orifices, l'un à la partie supérieure (a) servant au chargement, le second (b) à la sortie des produits de la distillation, le troisième (c) à la partie inférieure servant au déchargement.

Chaque cornue a son foyer et sa cheminée, ainsi que son serpentin et son bac de réception des vapeurs condensées. Les cornues sont donc indépendantes les unes des autres et peuvent fonctionner séparément. Elles sont placées dans l'axe et au-dessus du foyer.

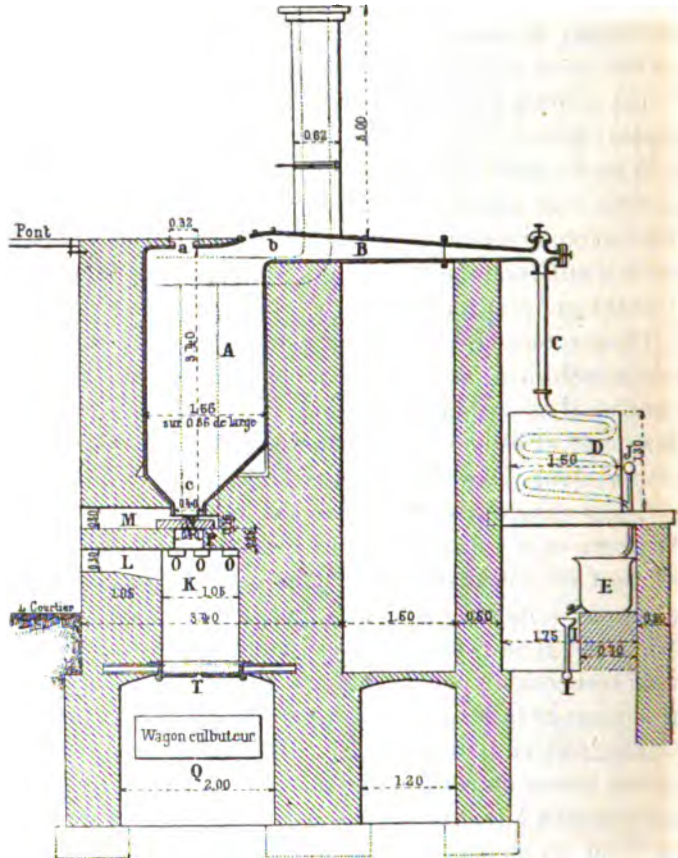
Ce qui caractérise le mode de chauffage des cornues de Buxières et d'Autun, c'est que c'est le schiste lui-même qui sert de combustible, et, dans ce but, la distillation n'est pas poussée jusqu'à l'expulsion de toute matière carburée ; il en résulte que les morceaux de schiste contenant encore un peu de matière bitumineuse et du coke provenant de la décomposition par la chaleur de carbures lourds, soit en tout 9 à 10 p. 100 de carbone, peuvent encore brûler au contact de l'air, à la condition de n'être pas refroidis à leur sortie des cornues et de tomber dans un foyer en pleine activité.

C'est ce que réalise le dispositif suivant :

Sur la voûte du foyer peut glisser un registre réfractaire N de $0^{m},15$ d'épaisseur et de $0^{m},70 \times 0^{m},55$ destiné à permettre la décharge de la cornue dans le foyer lui-même.

Le foyer est en maçonnerie réfractaire ; il a $1^{m},50$ de hauteur et une section de $1^{m},10 \times 1^{m},05$. Il porte sur le

devant un regard L permettant le régalage des schistes distillés et employés comme combustibles. La voûte du



A. Cornue en fonte mi-plate.	L. Regard.
B. Col de cygne.	M. Ouverture recevant le registre.
C. Tuyau de descente des vapeurs.	N. Registre.
D. Réservoir pour serpentin.	O. Carneaux.
E. Réservoir pour vapeurs condensées.	P. Ouverture de descente des schistes.
I. Conduite d'écoulement.	Q. Galerie de défournement.
J. Tuyau collecteur des gaz.	T. Porte de décharge du foyer.
K. Foyer.	

foyer porte sept ouvertures, une centrale, correspondant

à l'ouverture (c) de décharge de la cornue et par laquelle le schiste tombe dans le foyer, et six carneaux (trois sur chaque naissance de la voûte) livrant passage aux gaz de la combustion qui viennent chauffer les flancs de la cornue.

Le fond du foyer est constitué par une porte T à deux vantaux maintenue fermée pendant la combustion du schiste, et que l'on peut ouvrir de façon à déverser le schiste brûlé dans des wagons culbuteurs de 15 hectolitres, circulant dans une galerie souterraine qui dessert toute la batterie.

Les cheminées sont en briques et divisées en deux carneaux correspondant à ceux établis de chaque côté de la cornue ; des registres en fonte y sont disposés pour régler le tirage et par la suite la combustion de la masse de schiste distillé.

Pour éviter les variations trop brusques de température, principalement pendant la période de chargement, les cornues sont enveloppées de garanties en pièces réfractaires de $0^m,05$ à $0^m,06$ d'épaisseur.

Le schiste cru venant du puits est culbuté dans l'atelier de cassage, toujours placé à côté des cornues de distillation, où le schiste est concassé soit à la main, soit par des broyeuses mécaniques, en fragments de la grosseur d'un litre environ. Pendant longtemps on a admis que, les schistes étant mauvais conducteurs de la chaleur, il y avait intérêt à les réduire en menus fragments pour favoriser leur distillation : la pratique a montré que le schiste se distille aussi bien en fragments assez gros, et l'on évite ainsi la production de menus s'utilisant mal comme combustible après la distillation.

Le chargement et le déchargement des cornues se font de la manière suivante :

On ouvre les registres de la cheminée et l'on amène le wagon sous la cornue à décharger. Les vantaux fermant

le fond du foyer sont ouverts et la charge du foyer tombe dans le wagon. On referme les vantaux et le wagon est amené aux crassiers.

Cela fait, un ouvrier tire le registre réfractaire N et ouvre ainsi le fond de la cornue. Armé d'un ringard coudé qu'il fait pénétrer dans la cornue par le regard du foyer et l'ouverture (c), il provoque la chute du schiste distillé de la cornue dans le foyer. Les parois de celui-ci étant rouges, le nouveau schiste commence aussitôt à brûler.

Lorsque l'ouvrier juge que la cornue est vidée, il prévient un ouvrier placé sur la plate-forme du massif qui ouvre alors l'orifice (a), fermé par un tampon, et s'assure que la cornue est vidée. L'ouvrier du bas referme alors le registre N et celui du haut verse dans la cornue 1 hectolitre de cendres de houille ou de menu schiste brûlé qui vont se tasser dans le fond de la cornue et produisent l'étanchéité de l'orifice de décharge insuffisamment assurée par le registre N.

Le schiste est alors amené soit sur brouettes, soit mieux dans des wagonnets circulant sur une voie de chargement placée au-dessus du massif, et est versé dans la cornue où il est régalé au fur et à mesure pour éviter les vides. On ferme ensuite la cornue avec un tampon en fonte luté avec de l'argile mélangée de sable pour éviter un retrait pendant la distillation.

Le massif et la cornue étant à une température élevée au moment de la charge, la distillation commence aussitôt. Il se produit d'abord des vapeurs d'eaux ammoniacales pendant trois ou quatre heures, qui viennent se condenser dans le serpentin placé dans le réfrigérant et se rassemblent dans le récepteur E.

Puis le filet commence à se charger de plus en plus d'huile et, au bout de douze heures, le filet est entièrement huileux pendant huit à dix heures ; à ce moment, c'est-à-dire vingt heures après la charge, il réapparait

de la vapeur d'eau ; l'opération est alors terminée et une nouvelle distillation peut être recommencée.

Pour la conduite du feu, on laisse les registres ouverts généralement pendant deux heures après la charge ; puis, lorsque le surveillant juge que la température désirée est obtenue, il ferme à fond les registres et ne s'occupe plus que de la visite des filets et de l'envoi des huiles et de l'eau dans la bâche de mesurage placée au bas de l'usine de distillation.

Les eaux ammonicales très peu chargées en ammoniaque (*) sont amenées dans un réservoir spécial et restent inutilisées. Les huiles sont dirigées vers des réservoirs collecteurs ; quand aux gaz non condensés et formés d'hydrocarbures inférieurs, ils sont rassemblés dans un tuyau collecteur J et utilisés quelquefois pour le chauffage de générateurs dans d'autres parties de l'usine (notamment aux Plamores).

On peut ainsi faire une opération par vingt-quatre heures à chaque cornue.

Le personnel nécessaire pour la distillation des schistes est en moyenne de cinq ouvriers par douze cornues et vingt-quatre heures. Leur salaire est de 2f,50 par jour.

On estime que 1 mètre cube de schiste concassé, (poids variant de 1.000 à 1.250 kilogrammes), donne à la distillation :

Huile brute de densité 0,890 à 0,902. .	45 à 58 litres.
Eau ammoniacale	50 à 60
Gaz	24 mètres cubes.

Les schistes d'Autun rendent moins que ceux de

(*) Autrefois, avec des cornues plus petites, de 6 hectolitres seulement, chauffées à température plus élevée que les cornues actuelles, on avait des eaux plus chargées en ammoniaque, mais le rendement en huile était un peu moindre et sa densité plus forte.

Buxières, et parmi ceux de Buxières, ce sont ceux de Saint-Hilaire qui donnent le plus d'huile brute (jusqu'à 65 litres de densité de 0,875 à 0,880, c'est-à-dire notablement plus légère que les autres).

Le prix de revient de l'huile brute est en moyenne de 10 francs par hectolitre, se répartissant ainsi :

Schiste, 1mq,85 à 4f,20 le mètre cube	7f,77
Main-d'œuvre	1 ,22
Approvisionnements	0 ,18
Entretien (ateliers et machines)	0 ,07
Transports	0 ,31
Frais généraux	0 ,45
Total	10f,00

§ 2. Rectification des huiles brutes.

Les huiles brutes produites par la distillation du schiste, très foncées et d'odeur désagréable, sont envoyées à l'usine de rectification pour y être soumises à une série de distillations, de traitements à l'acide sulfurique et à la soude caustique, et de lavages à l'eau.

On peut prendre comme type habituel d'usine de rectification accolée à la distillation des schistes celle des Plamores à Buxières, pouvant traiter 12.000 hectolitres par an ; l'usine de Saint-Léger de la société Lyonnaise, qui traite non seulement les huiles des quatre centres de distillation de schistes de cette société, mais encore celles de l'usine de Muse, constitue une unité beaucoup plus considérable pouvant rectifier plus de 60.000 hectolitres par an. Nous décrirons ces deux usines qui diffèrent d'ailleurs, non comme principe de traitement, mais seulement comme disposition des appareils.

USINE DE RECTIFICATION DES PLAMORES A BUXIÈRES.

L'usine de rectification des Plamores, placée à 250 mètres de l'usine de distillation des schistes, est outillée pour le travail de 80 hectolitres d'huile par jour : l'ensemble des constructions et des cours occupe une superficie de 1 hectare 5 ares.

Elle renferme :

1° Un groupe de neuf chaudières dont deux de 8.500 litres et sept de 2.100 litres, pour 1re et 2e distillations ;

2° Un groupe de dix chaudières de 1.800 litres destinées à la 3e distillation ;

3° Un bâtiment renfermant dix batteuses mécaniques de 2.000 litres pour les traitements à l'acide et à la soude et les lavages à l'eau ;

4° Une machine à vapeur de vingt-quatre chevaux pour la manœuvre des pompes, des agitateurs mécaniques et d'un banc de scie pour la tonnellerie ;

5° Une batterie de deux générateurs à vapeur pour les machines motrices ;

6° Une tonnellerie et un atelier de réparation ;

7° Un atelier de fabrication de graisses à voitures et de graisses et huiles industrielles ;

8° Une serre pour le blanchiment des huiles, enfin, un ensemble de réservoirs formant une capacité de 10.000 hectolitres.

Les chaudières de distillation sont toutes de même type constitué par un corps cylindrique horizontal en tôle.

La distillation se fait sans injection de vapeur surchauffée.

Celles de 1.800 litres, par exemple, sont formées d'un

cylindre en tôle de $3^{m},20$ de longueur et 1 mètre de diamètre donnant une capacité intérieure de 2.250 litres, dont on ne remplit que les quatre cinquièmes : elle est placée à 95 centimètres au-dessus de la grille. La chaudière porte à sa partie inférieure une tubulure à robinet de 60 millimètres traversant le massif, qui sert à la vidange des résidus de distillation et les conduit à une bâche.

La partie supérieure de la chaudière porte un trou d'homme pour le nettoyage et un orifice de chargement. Sur un troisième orifice est adapté le col de cygne conduisant les vapeurs dans le serpentin en plomb de 40 millimètres de diamètre intérieur, placé dans un bassin cylindrique à courant d'eau froide continu pendant la période de distillation.

Les huiles distillées par la chaudière sont reçues dans un bassin divisé en compartiments de 50 litres communiquant par des conduites avec les bassins spéciaux placés dans la cave du bâtiment de rectification renfermant les batteuses à l'acide et à la soude.

Pour éviter de donner des coups de feu aux chaudières, on les garantit contre le choc direct des flammes du foyer par une voûte en maçonnerie placée au-dessus de celui-ci.

Les batteuses mécaniques employées au traitement chimique et au lavage des huiles sont de forme rectangulaire à fond cylindrique. Elles sont placées en deux batteries de niveau différent : celles du niveau inférieur, où se font les lavages à l'eau et à la soude, correspondent à celles de l'étage supérieur, qui servent aux lavages à l'acide et peuvent, par un simple jeu de robinets, recevoir les huiles traitées à l'acide.

Les batteuses sont en tôle d'acier de 4 à 7 millimètres d'épaisseur; depuis longtemps on a supprimé, pour les batteuses à acide, le revêtement en plomb qui exigeait de

nombreuses réparations sans augmenter sensiblement la durée de la caisse.

Chaque batteuse possède deux robinets, placés l'un au fond de la batteuse pour l'écoulement des résidus acides ou alcalins, l'autre à 15 centimètres au-dessus pour la vidange des huiles.

Le mécanisme de battage est formé de deux tambours horizontaux à parois évidées en forme d'ailettes hélicoïdales, actionnés par un même pignon à axe vertical qui les fait tourner en sens inverse.

L'huile brute venant des fours de distillation est élevée par pompes dans un bassin spécial placé à un niveau supérieur aux orifices de chargement des chaudières, afin d'opérer ce chargement par simple manœuvre de robinets.

Voici la série des opérations et traitements, et leurs rendements calculés d'après les résultats de l'exercice 1891 :

I. La première distillation se fait par charges de 2.100 litres et donne en moyenne, par hectolitre, les produits suivants (désignés par des lettres et des indices) :

		Litres.	Densité.
Filets	A_1	51,61	0,830
	AA_1	9,53	0,880
	D (huile verte à gaz)	18,11	0,925
Résidu de goudron F		19,13	1,000
Pertes		1,62	
Total		100,00	

Les huiles sont recueillies dans des bassins séparés, disposés dans les caves du bâtiment pour être envoyées par pompes aux appareils de traitement.

Le résidu de goudron F est reçu encore liquide dans des bassins couverts ; c'est un produit marchand vendu

pour asphalte, à raison de 13 francs par 100 kilogrammes.

II. Les huiles A A_1, redistillées, donnent par hectolitre :

		Litres.	Densité.
Filets	A_1	4,76	0,835
	C_1	85,85	0,880
Résidu F		8,31	1,000
Pertes		1,08	
Total		100,00	

III. Les huiles A_1, provenant de ces deux distillations I et II, sont réunies et traitées à l'acide et la soude par charges de 2.000 litres.

On obtient par hectolitre :

	Litres.	Densité.
A_2	87,63	0,826
Pertes	12,37	
Total	100,00	

IV. Les huiles A_2 sont distillées dans les chaudières de la deuxième batterie et fournissent par hectolitre :

		Litres.	Densité.
Filets	A_3	60,49	0,810
	H_1	30,25	0,865
Résidus J_1		7,89	0,960
Pertes		1,37	
Total		100,00	

V. Les huiles C_1, provenant de l'opération II, sont traitées à l'acide et à la soude, et donnent par hectolitre :

	Litres.
C_2	84,56
Pertes	15,44
Total	100,00

VI. Les huiles C_2 sont distillées et donnent par hectolitre :

		Litres.	Densité.
Filets	H_1	44,23	0,870
	CAH_1	46,55	0,890
Résidus J_1		7,52	0,940
Pertes		1,97	
Total		100,00	

VII. Les H_1 provenant des opérations IV et VI sont réunis et traités à l'acide et à la soude, et donnent par hectolitre :

	Litres.	Densité.
H_2	92	0,865
Pertes	8	
Total	100	

VIII. Les H_2 redistillés donnent par hectolitre :

		Litres.	Densité.
Filets	A_3	60,64	0,835
	K (huile lourde d'éclairage)	8,27	0,870
	L	21,66	0,885
Résidus J_1		7,70	0,940
Pertes		1,73	
Total		100,00	

IX. Les huiles A_3, provenant des opérations IV et VIII, traitées à l'acide et à la soude, donnent par hectolitre :

	Litres.	Densité.
G (lampant marchand)	94,16	0,810/0,815
Pertes	5,12	
Total	100,00	

X. Les huiles L et CAH_1, provenant des opérations VI et VIII, sont réunies et traitées à l'acide et à la soude, et donnent :

	Litres.	Densité.
LA (huile lourde pour graissage et nettoyage)	94,88	0,880
Pertes	5,84	
Total	100,00	

XI. Les J_1 résidus des opérations IV, VI et VIII sont réunis et distillés, et donnent par hectolitre :

	Litres.	Densité.
Filet AH_1 (huile à gaz)	84,98	0,905
Résidus F (goudron)	12,81	1,000
Pertes	2,21	
Total	100,00	

XII. Les huiles vertes D, provenant de la première distillation, sont généralement vendues telles quelles, comme huiles à gaz ; quelquefois, on les soumet à une deuxième distillation pour les dégoudronner, et l'on obtient par hectolitre :

	Litres.	Densité.
Filet B	83,00	0,916/0,918
Résidus F (goudron)	14,00	
Pertes	3,00	
Total	100,00	

Les B sont vendues comme huiles claires à gaz.

Voici quelques détails sur chaque type d'opération :

Distillations. — Dans les chaudières de 2.100 litres, on fait une distillation toutes les quarante-huit heures, et dans les chaudières de 8.500 litres la durée de l'opération est de quatre-vingt à quatre-vingt-cinq heures. La durée réelle d'une distillation de 1.800 litres d'huile peut être établie ainsi :

	Heures.
Chargement et mise en distillation	6
Distillation, chauffage réglé pour obtenir 80 à 90 litres à l'heure	20
Refroidissement du massif, vidange des résidus F ou J_1	4
Total	30

Chaque distillation de 1.800 litres consomme 10 hectolitres de charbon ; on emploie le charbon de qualité la plus inférieure équivalant à un tiers environ de son poids de bon charbon comme pouvoir calorique.

Battages. — Pour faire le battage des huiles A_1 (op. III), on en verse 2.000 litres dans la batteuse destinée à cette qualité d'huile ; on décante l'eau au cas où elles en contiendraient, puis on met en mouvement l'agitateur mécanique.

On verse vingt litres d'acide à 66 degrés Baumé, le battage dure vingt à trente minutes suivant la température ; on laisse reposer vingt à trente minutes pour obtenir la séparation des goudrons formés que l'on décante. On agite de nouveau l'huile avec 20 litres d'acide pendant vingt à trente minutes et l'on décante après repos. La quantité d'acide employée en tout est de 4,4 p. 100 en poids.

On ouvre alors le robinet qui correspond avec la batteuse inférieure : pendant l'écoulement de l'huile, on arrose le jet qu'elle forme, de la batteuse supérieure à la batteuse inférieure, avec de l'eau injectée sous forte pression dans une pomme d'arrosoir, et l'on débarrasse ainsi l'huile d'une partie de l'excès d'acide qu'elle contient.

On décante soigneusement l'eau et on agite l'huile avec vingt litres d'une dissolution de soude caustique, marquant 32 à 35 degrés Baumé ; après battage de quinze à vingt minutes, on laisse reposer, puis l'on décante et on recommence le battage avec une même quantité de dissolution sodique ; l'huile est laissée au repos, puis décantée. La consommation totale de soude est de 0,8 p. 100 en poids.

La durée totale d'une opération est de trois à quatre heures.

Les huiles H_1, C_1, et L sont traitées de même, mais la durée des opérations est plus longue, la séparation des goudrons s'effectuant avec plus de difficulté.

Les consommations d'acide sont aussi différentes : dans les H_1, 3,8 p. 100 d'acide et pour les C_1, 6,6 p. 100.

Le traitement des A_2 pour obtenir les huiles lampantes marchandes G, claires ou blanches, se fait avec le plus grand soin : on proportionne la quantité de réactif à la densité et à la teinte des A_2 et l'on fait souvent des essais préalables pour la déterminer. Cette qualité d'huile doit être lavée fortement avec trois ou quatre fois son volume d'eau. La consommation d'acide est généralement de 30 litres pour 1.500 litres (soit 4,5 p. 100 en poids) et 15 litres de dissolution de soude (soit 0,5 p. 100).

Les huiles L A (huiles lourdes pour graissage et nettoyage) sont généralement exposées à la lumière dans des bacs de faible profondeur, sous une serre vitrée, afin d'obtenir une clarification plus complète et une couleur appréciée par le commerce.

Personnel. — Cinq hommes suffisent pour toutes les distillations et deux à l'atelier de battage. L'enfûtage en emploie trois, la tonnellerie un à deux par jour, et les transports quatre.

Les salaires varient de 2f,50 à 2f,75.

Résultats généraux. — L'exercice 1891 montre que l'usine des Plamores a traité 1.160.000 litres de brut qui ont donné lieu à la distillation de 2.093.000 litres (soit 171 litres par hectolitre de brut), et au traitement à l'acide et à la soude de 822.000 litres (soit 70 litres par hectolitre de brut).

Un hectolitre d'huile brute (densité : 0,895) a donné comme produits marchands :

		Densités.			Litres.
G.	Huille lampante. 0,810 à	0,815	lit.		35,00
K.	Huile lourde d'éclairage.	0,870	1,28	Huiles lourdes.	30,17
LA.	Huile lourde pour graissage et nettoyage. .	0,880	6,26		
AH_1.	Huiles claires à gaz. . . .	0,905	4,52		
D.	Huiles vertes à gaz. . . .	0,925	18,11		
F.	Goudrons.				20,61
Pertes.					14,22
	Total.				100,00

Ces résultats sont un peu supérieurs comme rendements à la moyenne; les pertes atteignent souvent 18 p. 100.

L'exercice 1891 de l'usine de Buxières-la-Grue a, en effet, donné les résultats suivants par hectolitre d'huile brute traité :

	Litres.
Lampant (densité : 0,810 à 0,815). . . .	29,90
Huiles lourdes.	31,82
Goudrons.	19,61
Pertes.	18,67
Total.	100,00

En revanche, l'usine de Saint-Hilaire nous a déclaré les rendements suivants par hectolitre d'huile brute (densité : 0,875 à 0,880) :

	Densités.	Litres.
Lampant.	0,810	35
Huiles lourdes.	0,890	38
Goudrons.		15 p. 100
Pertes		12

On peut admettre en moyenne 16 p. 100 de perte.

Consommation. — Il a été consommé à l'usine des Plamores 60 litres de houille de qualité inférieure par hectolitre d'huile distillée, soit environ 120 litres de houille par hectolitre d'huile brute traitée. Ce charbon

évalué à $0^{f},45$ l'hectolitre équivaut à un tiers de son volume de charbon ordinaire; par suite, la consommation totale reviendrait à 35 kilogrammes environ de charbon ordinaire par hectolitre d'huile brute traitée. La dépense de combustible revient, en définitive, à $0^{f},54$ par hectolitre de brut traité.

Comme acide sulfurique, il a été consommé $4^{kg},844$ par hectolitre de brut traité; soit, à $12^{f},25$ les 100 kilogrammes rendus à l'usine, $0^{f},59$ par hectolitre traité.

Enfin il a été consommé $1^{kg},064$ de soude par hectolitre traité, soit à $34^{f},60$ les 100 kilogrammes de soude rendus à l'usine, $0^{f},37$ par hectolitre.

Quant à la main-d'œuvre, elle représente $1^{f},15$ par hectolitre, y compris les frais de surveillance, l'enfûtage, etc.

Il y a lieu de remarquer que toutes les distillations étant faites par cinq ouvriers, on traite 230.000 litres de brut et l'on distille 420.000 litres par an et par ouvrier. L'épuration chimique, étant faite par deux ouvriers, on traite 411.000 litres par an et par ouvrier; ce rendement est assez élevé, étant donné le grand nombre d'opérations que comporte le traitement complet.

USINE DE RECTIFICATION DE SAINT-LÉGER, PRÈS D'AUTUN (SOCIÉTÉ LYONNAISE).

Cette usine est d'installation assez récente et d'une puissance très supérieure aux autres usines de rectification d'huile de schiste de Buxières et d'Autun; elle traite en effet, non seulement toutes les huiles brutes de la Société Lyonnaise provenant des mines des Télots, Margenne, Ravelon et Igornay (45.131 hectolitres d'huile brute en 1891), mais encore celle de l'usine de Muse (7.443 hectolitres en 1891) qui vend son huile brute à la

Société Lyonnaise : l'usine de Saint-Léger traite donc environ 53.000 hectolitres d'huile brute par an, et elle pourrait en rectifier bien davantage.

Elle se distingue des autres usines de la région d'Autun et de Buxières par le volume de ses chaudières de distillation (6.000 litres pour la distillation du brut et 10.000 litres pour les distillations suivantes); ce sont des chaudières horizontales semblables à celles des Plamores, à chauffage à feu nu.

Les bacs de traitement chimique sont aussi de dimensions plus grandes qu'ailleurs (4.000 litres au lieu de 2.000).

L'usine de Saint-Léger comprend :

1° 12 chaudières de 6.000 litres pour la distillation de l'huile brute : 5 chaudières de 10.000 litres, pour les rectifications; 3 chaudières de 1.800 litres, pour distillations de résidus;

2° 15 batteuses mécaniques, dont 8 pour l'acide et 7 pour la soude;

3° Des machines motrices et pompes pour la circulation des huiles et de l'eau nécessaire aux réfrigérants et au battage (100 à 150 mètres cubes d'eau par jour);

4° Des réservoirs à huile brute, où l'huile amenée des autres usines par wagons-citernes ou chariots-citernes, et mise en citernes, est pompée à un niveau supérieur à celui des chaudières de distillation;

5° 3 réservoirs entourés d'eau pour l'emmagasinage des huiles et représentant 13.000 hectolitres de capacité ;

6° Des bacs recouverts en verre pour le blanchiment des huiles et des terrasses pour exposer l'huile en bonbonnes au soleil;

7° Ateliers de tonnellerie, réparations, etc., et fabriques de graisses à voitures et de graisses et huiles industrielles;

8° Une petite fabrique de gaz d'huile pour l'éclairage de l'usine.

L'usine est très largement installée comme espace; les chaudières de distillation et les ateliers sont éloignés les uns des autres de façon à diminuer les chances d'incendie et leurs conséquences.

Voici le mode de traitement suivi, un peu plus simple comme nombre d'opérations que dans l'usine des Plamores :

I. L'huile brute, densité moyenne 0,875, est chargée par 6.000 litres dans les chaudières de première distillation et donne deux produits de fractionnement et un résidu de goudron; voici le rendement moyen par hectolitre de brut :

		Densités.	Litres.
Filets..	A. Huile dégoudronnée..	0,830 à 0,832	58
	B. Huile à gaz verte....	0,895	23
Résidu :	C. Goudron........	0,960	17
Pertes................			2
	Total................		100

Les produits B et C sont vendus tels quels.

II. L'huile dégoudronnée A est traitée à l'acide et à la soude (2 p. 100 d'acide et 1 p. 100 de soude à 36° Baumé *en volume*, soit 4,2 p. 100 d'acide et 0,4 p. 100 de soude *en poids*).

On obtient ainsi 86,5 p. 100 d'huile A_1 de densité 0,825, et 13,5 p. 100 de perte.

III. L'huile A_1 est redistillée par charges de 10.000 litres et donne deux produits de fractionnement et un résidu. Le rendement par hectolitre d'A_1 est le suivant :

		Densités.	Litres.
Filets..	A_2. Huile lampante....	0,810	68
	D. Huile lourde, dite *queue de filet* ...	0,868	21
Résidu :	K. Goudron........	0,900 à 0,910	10
Pertes................			1
	Total................		100

IV. L'huile A_2 est lavée à l'acide et à la soude (1 p. 100 d'acide et 1 p. 100 de soude en volumes, soit 2,1 p. 100 d'acide et 0,4 p. 100 de soude en poids). On obtient 95 p. 100 d'huile lampante A_3 commerciale, densité 0,806 à 0,807 et 5 p. 100 de pertes.

V. L'huile D est traitée à l'acide et à la soude (1,5 p. 100 d'acide et 0,5 p. 100 de soude en volume, soit 3 p. 100 d'acide et 0,2 p. 100 de soude en poids). On obtient en moyenne 91 p. 100 d'huile D_1 d'une densité de 0,866 et 9 p. 100 de pertes.

VI. L'huile D_1 est redistillée dans les chaudières de 6.000 litres et donne trois produits de fractionnement et un résidu de goudron :

		Densités.	Litres.
Filets. .	E. Huile lourde à mélange. . .	0,840	43
	G. Huile lourde d'éclairage. . .	0,860	30
	H. Huile blonde.	0,870	16
Résidu :	C. Goudron.	0,960	10
Pertes.			1
	Total.		100

VII. L'huile E est lavée à l'acide et à la soude (1,25 acide et 1 p. 100 de soude en volume, soit 2,5 p. 100 d'acide, 0,4 p. 100 de soude en poids) et donne 94 p. 100 d'huile E_1, densité 0,835, que l'on mélange avec les huiles A_3, de façon à faire du lampant ordinaire de densité 0,815.

L'huile G est vendue telle quelle pour les quinquets à niveau constant.

VIII. L'huile H est traitée à la soude seulement (1 p. 100 en volume, soit 0,4 en poids) et donne 95 p. 100 d'huile lourde de 0,868, vendue pour le dégraissage, le démoulage, ou pour le coupage d'huile de graissage.

Le goudron K, provenant de l'opération III, est mélangé soit avec les huiles vertes à gaz, soit avec les goudrons.

On obtient donc, en résumé, par hectolitre d'huile brute (densité, 0,875), les produits suivants :

		Litres.
(A_3+E_1). Lampant ordinaire (densité 0,815).		36,48
G. Lampant lourd (densité 0,860).	2,88	
H_1. Huile lourde de graissage (densité 0,868)	1,49	29,37
B. Huile à gaz verte (densité 0,895).	25,00	
C. Goudron (densité 0,960)		20,00
Pertes.		14,15
Total.		100,00

Le rendement en lampant est un peu supérieur à celui des schistes de l'Allier : cela tient à ce que le brut d'Autun est un peu plus léger que celui de l'Allier.

La distillation dure quarante-huit heures (dont trente-six de filet) pour les chaudières de 6.000 litres, soixante heures (dont quarante-deux de filet) dans les chaudières de 10.000 litres.

La consommation de charbon est de 8 hectolitres, tout venant d'Épinac (payé 17^f,50 le mètre cube) par distillation de 6.000 litres de brut, soit 13 litres de charbon par hectolitre de brut. Comme le traitement complet d'un hectolitre de brut donne lieu à la distillation de 160 litres, la consommation totale de charbon est d'environ 21^l,3 de charbon (0^f,37) par hectolitre de brut.

Les battages se font tous à froid. A cause de la dimension des cuves de battage, elles sont munies de deux agitateurs. Le traitement d'un hectolitre de brut donne lieu au battage à l'acide et à la soude de 109 litres. La consommation totale d'acide est de 3^{kg},17, celle de soude de 370 grammes.

Ces consommations sont notamment moins élevées que dans l'Allier. La différence provient de ce que la densité du brut est moindre, que celui-ci contient par suite moins de produits lourds et goudronneux que dans l'Allier et qu'il faut moins de charbon pour les distillations et de

produits chimiques pour les épurations. Cette différence se trouve d'ailleurs compensée par le moindre rendement en huile brute des schistes d'Autun.

Le nombre total des ouvriers de l'usine de Saint-Léger employés à la distillation, rectification, etc., de l'huile des schistes est de 39, ainsi répartis :

Ouvriers employés aux fours de distillation	4
Nettoyage des foyers et des fours	1
Épuration chimique	6
Tonnellerie	4
Forgerons	2
Charretier	1
Garde-magasin	1
Service de la gare	2
Manœuvres (enfûtages, lavage des bonbonnes, etc.)	18

En outre, l'usine compte quelques ouvriers en plus (6) pour la fabrique du gaz et des graisses industrielles.

On voit que cinq ouvriers suffisent pour toutes les distillations : l'usine ayant distillé 5.257.400 litres en 1891, cela fait plus d'un million de litres par ouvrier et par an, rendement beaucoup plus élevé que dans l'Allier, ce qui tient à ce que les appareils de distillation sont plus volumineux et la main-d'œuvre réduite au strict nécessaire.

Renseignements divers. — La durée des cornues de distillation des schistes est de deux ans environ. Leur coût est de 25 francs par 100 kilogammes ; les cornues de 15 hectolitres pesant 2.800 kilogrammes reviennent donc à 700 francs.

§ 3. Prix de revient et résultats économiques.

On peut établir ainsi qu'il suit les frais de traitement, prix de revient et bénéfices de l'industrie des huiles de schiste à Buxières et Autun.

Nous avons vu que le prix de revient de l'huile brute varie de 9 francs à 11f,50 et est en moyenne de 10 francs. Les frais de rectification et de traitement chimique peuvent être évalués ainsi :

Les frais de distillation s'élèvent à 0f,53 environ par distillation de 100 litres, ainsi répartis :

Surveillance	0,015
Chauffeurs	0,155
Houille	0,220
Réparation	0,030
Frais généraux	0,055
Amortissement	0,055

En admettant une moyenne de 175 litres distillés par hectolitre de brut, les frais de distillation par hectolitre de brut traité s'élèvent à $1,75 \times 0^{f},53$, soit 0f,927.

Les frais de traitement chimique, manutention, s'élèvent à environ 1f,73 par 100 litres d'huile traitée, ainsi répartis :

Surveillance	0f,055
Main-d'œuvre	0 ,115
Acide sulfurique	0 ,590
Soude	0 ,370
Réparations	0 ,125
Machines à vapeur	0 ,070
Frais généraux	0 ,205
Amortissement	0 ,200
Total	1f,730

En admettant que le traitement d'un hectolitre de brut donne lieu au battage de 105 litres en moyenne, l'opération du battage revient à $105 \times 1,73 = 1^{f},82$.

Les frais de transport, enfûtage, etc., peuvent être largement évalués à 0f,25 par hectolitre de brut ; on arrive donc ainsi aux frais suivants de traitement (frais généraux et amortissement compris), par hectolitre de brut :

Distillation	0f,93
Traitement chimique, etc.	1 ,82
Transport, enfûtage, etc.	0 ,25
Total	3f,00

Bénéfice. — Le bénéfice est extrêmement variable à cause des fluctuations de prix des produits marchands. Les huiles légères de schistes d'Autun et de l'Allier sont difficiles à brûler; il leur faut des lampes spéciales, et leur odeur est un peu plus forte que celle des lampants américains; on les utilise en grande partie pour faire des coupages de lampants américains qui, étant plus hydrogénés, sont plus facilement combustibles et donnent une flamme moins fuligineuse. Il en résulte que le cours des huiles lampantes de schiste est toujours très inférieur (d'au moins 10 francs) à celui du pétrole, et, dans ces derniers temps, les prix de vente des huiles de schiste ont fortement baissé.

Ceux des huiles lourdes ont subi les mêmes fluctuations, et les goudrons seuls sont restés stationnaires. Voici, pour ces dernières années, les prix maximum, moyens et minimums (ces derniers sont les prix actuels) de chaque produit (fût déduit, prix en gare, par hectolitre) :

	Maximum.	Moyenne.	Minimum.
Huiles lampantes	30 fr.	28 fr.	23 fr.
Huiles lourdes à gaz et autres	18 —	16 —	14 —
Goudrons		13 —	

En prenant pour base les prix moyens, voici comment peut s'établir le bénéfice par hectolitre de brut :

1° *Frais par hectolitre de brut.*

Prix d'un hectolitre de brut	10 fr.
Frais de traitement et frais généraux	3 —
Total	13 fr.

Produits.

32 litres lampant à 28 francs.	8f,96
30 litres huiles lourdes à 16 francs.	4 ,80
20 litres goudrons à 13 francs.	2 ,60
Total.	16f,36

Bénéfice, 3f,36 par hectolitre.

Avec les prix minima actuels, le bénéfice est beaucoup moindre :

32 litres à 23 francs.	7f,35
30 litres à 14 francs.	4 ,20
20 litres à 13 francs.	2 ,60
Total.	14f,15

On voit que dans les exploitations où le prix de revient de l'huile atteint 11 francs, le bénéfice est nul actuellement.

Si l'on compare les chiffres actuels aux prix de revient de 1871, on peut voir que le progrès réalisé est considérable.

Voici, en effet, les chiffres que nous relevons dans le rapport de M. Tournaire (p. 453) pour les cornues fixes chauffées à la houille.

1° Prix de revient du mètre cube de minerai.

Schiste, frais spéciaux d'extraction par mètre cube. . . .	3f,50
Cassage	0 ,45
Frais généraux d'administration et amortissement.	0f,55
Total.	4f,50

2° Fabrication de l'huile brute. — Frais par mètre cube de schiste distillé.

Main-d'œuvre.	0f,85
Consommation de charbon (150 litres)	2 ,25
Valeur de 1 mètre cube de minerai.	4 ,50
Total	7f,60

Ce qui, au rendement de 50 litres par mètre cube, donne 15f,20 de frais par hectolitre d'huile brute obtenue, auxquels M. Tournaire ajoutait 3 francs de frais généraux et amortissement pour la distillation du schiste, soit en tout 18f,20 pour le prix de revient de 1 hectolitre d'huile brute.

Avec les cornues tournantes Malo, la fabrication de l'huile brute ne coûtant que 7f,17 par mètre cube de schiste, le rendement étant de 60 litres au lieu de 50, et les frais généraux un peu moins élevés, l'huile brute revenait à 14f,45 par hectolitre; ce système constituait donc un progrès déjà sérieux, mais l'emploi du schiste comme combustible a encore réduit ce prix de revient de 30 p. 100, car nous avons vu que si le prix de revient du schiste et le rendement en huile sont restés stationnaires, l'huile brute ne revient plus en moyenne qu'à 10 francs par hectolitre.

Enfin, tandis que le total des dépenses pour rectification et épuration de 1 hectolitre de brut variait de 4f,88 à 5f,68, suivant les méthodes (rapport de M. Tournaire, p. 465), ces frais sont descendus actuellement à 3 francs.

On voit par là quels progrès ont été réalisés en vingt ans par l'industrie des huiles de schiste en France.

INDUSTRIE DES HUILES DE SCHISTE EN ÉCOSSE.

L'industrie des huiles de schiste, fondée en Écosse par Young vers 1845, a pris un développement considérable : elle occupe actuellement environ 10.000 ouvriers, dont 5.000 dans les mines et 5.000 dans les usines, et produit annuellement 52 millions de gallons d'huile brute (236 millions de litres) provenant de la distillation de 2 millions de tonnes de schiste (*).

(*) Voici les bases d'après lesquelles les monnaies, mesure

Le gisement exploité est compris dans les comtés de Mid Lothian et West Lothian à l'ouest d'Édimbourg, près du golfe de la Forth. Les couches consistent en boghead, qui a tout d'abord été exploité et est complètement épuisé aujourd'hui, et en schistes bitumineux dont les couches exploitables, au nombre de quatre (dont une seule généralement assez développée dans chaque puits pour être exploitée), fournissent un schiste beaucoup plus riche en huile que ceux de l'Autunois, en France. Ils rendent, en effet, en moyenne 27 gallons par tonne anglaise, soit 120 litres par 1.000 kilogrammes, alors que les schistes français ne donnent que 50 litres en moyenne par tonne ; en outre, tandis que les huiles provenant des schistes français ne contiennent que peu de paraffine (2 à 3 p. 100), l'huile brute des schistes d'Écosse en fournit 12 p. 100, et de plus la distillation du schiste brut écossais fournit une quantité considérable d'ammoniaque qui, transformée en sulfate, forme avec la paraffine extraite les deux tiers de la valeur des produits commerciaux retirés des schistes.

Malgré cette richesse en huile des schistes d'Écosse, la concurrence des pétroles et paraffines d'Amérique qui ne sont grevés d'aucun droit de douane à leur entrée en Angleterre, a failli ruiner, il y a quelques années, l'industrie écossaise, qui, après avoir atteint une prospérité remarquable de 1875 à 1885, a décliné rapidement depuis cette époque. Elle n'a pu lutter contre l'invasion des produits américains que par un perfectionnement continuel

---

et poids anglais ont été transformés en unités françaises. Nous avons pris :

Pour	la livre sterling	25f,00
	le shilling	1,25
	le penny	0,104
	la tonne anglaise	1.016kg
	le quintal	50kg
	le gallon	4lit,53

de ses méthodes de traitement, en vue, notamment, de l'augmentation en rendement du sulfate d'ammoniaque qui a pour ainsi dire sauvé l'industrie des huiles et paraffines écossaises. C'est ainsi que les dividendes des deux principales société, la « Young's Paraffin et la Broxburn C^{y} » qui atteignaient 17,5 p. 100 pour la première en 1877 et 25 p. 100 du capital engagé pour la seconde de 1880 à 1886, ont dû être réduits respectivement à 9 et 15 p. 100 en 1890, et six sociétés sur onze ne distribuent actuellement aucun dividende, ainsi que l'indique le tableau suivant donnant les dividendes pour l'exercice 1890 des sociétés exploitant les schistes d'Écosse et représentant un capital engagé de 2 millions de livres sterling.

Nom des Sociétés.	Dividendes distribués en 1890.
Broxburn	15 p. 100
Burnhisland	»
Clippen	»
Heimaud	»
Holmes	»
Linlithgow	»
Oakbank	5 p. 100
Pumpherston	10 p. 100
West Lothian	»
Young's Paraffi	9 p. 100
Caledonian (C^{e} récente)	5 p. 100

Pour montrer d'une façon frappante quel bouleversement a apporté, dans l'industrie des schistes d'Écosse, l'invasion des produits américains et russes, il suffit de comparer les prix de vente d'il y a vingt ans à ceux d'aujourd'hui : le gallon d'huile de schiste lampante qui valait 1^{sch},5 en moyenne, ne se vend plus que 5^{p},25 ; la paraffine raffinée qui valait 10 pence et la paraffine brute 5 pence la livre, ne valent plus respectivement que 5 pence et 2^{p},25 ; l'huile lourde et le sulfate d'ammoniaque, qui se vendaient 20 livres sterling la tonne, valent

actuellement : l'huile lourde 5 livres sterling, et le sulfate 10 livres sterling. Tous les prix ont donc baissé de moitié et même de deux tiers. Par des perfectionnements incessants, les frais de production ont été diminués à tel point que le gallon d'huile qui revenait il y a vingt ans à $12^p,63$, ne coûte plus guère que $4^p,44$, prix d'ailleurs supérieur à son prix de vente, et c'est uniquement l'augmentation de rendement en paraffine et sulfate d'ammoniaque qui a permis à l'industrie écossaise de subsister.

Encore n'a-t-elle pu le faire que grâce à une convention survenue, il y a cinq ans, d'une part, entre les exploitants écossais, d'autre part, entre ceux-ci et la « Standard Oil Company American », d'après lequel celle-ci s'engage à tenir ses importations de paraffine en Angleterre au-dessous d'un chiffre maximum fixé d'un commun accord et, en outre, les paraffines doivent être vendues à des prix fixés par un tarif accepté par chaque contractant (*). Au surplus, les fabricants écossais demandent un droit de protection de 1 penny par gallon d'huile et par livre de paraffine sur les produits étrangers (Congrès de l'Association minérale écossaise de février 1892).

§ 1. Extraction du schiste.

L'extraction se fait par puits dont l'installation est généralement assez simple : les plus importants ont une extraction annuelle de 100.000 tonnes.

Dans la mine de Newliston dont nous avons visité les travaux souterrains, la couche de schiste exploitée a

(*) Les fabricants de bougies de paraffine autres que les producteurs de paraffine peuvent adhérer à la convention à la condition de n'acheter leur paraffine qu'aux producteurs qui en font partie. Pour les acheteurs de paraffine autres que les adhérents, les prix du tarif sont majorés d'un demi-penny par livre; les autres industries paient un quart de penny en plus.

$2^m,80$ d'ouverture et une inclinaison de 1/3 à 1/8. La méthode d'exploitation consiste à faire un traçage en damiers, laissant des piliers carrés de 60 à 100 pieds de large et représentant les trois quarts de la surface de la couche. Quand le découpage en piliers a été poussé jusqu'aux limites du champ d'exploitation, on rabat vers le puits en enlevant les piliers et en laissant s'ébouler le toit. Les galeries ont de 10 à 12 pieds de large.

L'abatage se fait à la poudre.

Sur les 2 millions de tonnes extraites annuellement, la « Young's Paraffine » figure pour 500.000 tonnes et la « Broxburn » pour 450.000 environ.

Le prix de revient de la tonne de schiste varie de $4^{sch},6$ à 8 schillings, et ressort en moyenne à $5^{sch},6$, soit $6^f,87$ la tonne. Ce prix est très élevé, car en France, avec des couches de moins d'épaisseur et d'une plus grande dureté, la tonne de schiste revient en moyenne à $3^f,50$.

§ 2. Distillation du schiste pour huile brute.

La distillation des schistes se fait actuellement en Écosse suivant une méthode qui diffère essentiellement de celle usitée en France, d'abord par l'intervention de la vapeur d'eau injectée en forte proportion dans la masse distillée, en second lieu par la température beaucoup plus élevée à laquelle est porté le schiste. On a, jusqu'à ces dernières années, employé des cornues en fonte qui donnaient à peu près les mêmes résultats que les nôtres et dont il reste encore un certain nombre en activité : la température n'y est pas poussée plus haut que dans les nôtres, et le résidu est encore assez riche en produits carburés pour pouvoir brûler. Mais la nécessité d'augmenter la valeur des produits retirés des schistes pour lutter contre les huiles et paraffines américaines a amené les exploitants écossais à transformer la distillation en

vue d'obtenir le rendement maximum en paraffine et surtout en sulfate d'ammoniaque : c'est dans ce but que la distillation se fait à température très élevée, ce qui nécessite des cornues en briques réfractaires, et avec injection de vapeur d'eau, ce qui a pour effet d'enlever complètement toutes les matières carburées et azotées contenues dans les schistes : le rendement en huile est à peu près le même qu'avec les cornues en fer, mais on double ainsi la quantité d'ammoniaque. Le résidu de la distillation n'est plus susceptible de brûler, et, par suite, le chauffage des cornues s'effectue au moyen de charbon placé dans des gazogènes de forme spéciale, dont les produits, mélangés aux gaz permanents provenant de la distillation du schiste, permettent de porter au rouge vif les cornues contenant le schiste.

Le type des cornues de distillation généralement adopté (cornues Young Bilby d'Édimbourg) est le suivant (Voir Pl. XIII) :

Les cornues AA sont groupées par quatre, envoyant leurs produits de distillation dans une même conduite (C) : le chauffage de chaque groupe de quatre est effectué par un seul et même appareil placé entre deux groupes de quatre cornues, qui avec celles-ci forme une unité complète. Un certain nombre d'unités semblables (vingt par exemple) sont accolées de façon à faire un seul massif allongé présentant deux cornues par section transversale.

Ainsi que le montre la Pl. XIII (coupe suivant *xx*), la cornue A a la forme d'un cylindre très haut (9 mètres) et de petite section, formé de deux parties : la partie inférieure (*b*) de 5^{m},20 de haut (section rectangulaire), directement chauffée par le gaz des foyers, est en briques réfractaires et est chauffée au rouge vif. La partie supérieure (*a*) (section ovale) est en fonte et n'est chauffée que par les gaz qui ont déjà circulé dans les carneaux du massif réfrac-

taire : la température n'y atteint que quelques centaines de degrés et décroît régulièrement de bas en haut.

La partie supérieure de chaque cornue débouche dans une grande caisse quadrangulaire en fonte (B) servant de collecteur à un groupe de quatre cornues et communiquant par un tuyau (C) avec le collecteur général (D) : dans la partie supérieure de cette caisse sont quatre ouvertures (*d*) munies de couvercles, correspondant à chaque cornue et par où le schiste est jeté dans celle-ci.

Le bas de la cornue est terminé par une partie en courbe sur laquelle le schiste calciné descend par son propre poids jusqu'à la porte de déchargement.

Le chauffage s'effectue au moyen de foyers spéciaux constituant des gazogènes : deux cornues prismatiques HH semblables aux précédentes (voir coupe suivant *yy*), mais à parois réfractaires sur toute la hauteur, sont intercalées entre chaque groupe de quatre cornues de distillation du schiste, et chargées avec de la houille. L'air arrivant par le bas de la cornue brûle le charbon, en le transformant en acide carbonique, puis l'acide carbonique, en parcourant la colonne de charbon qui remplit ce prisme, se transforme en oxyde de carbone combustible qui est envoyé avec de l'air dans les carneaux des massifs réfractaires, et dont la combustion produit une température extrêmement élevée. Grâce à l'emploi de ces gazogènes, on peut utiliser des charbons de qualité très inférieure, dits *slack coal,* livrés par les mines des districts voisins à raison de 6 schillings la tonne, soit 7^{f},38 les 1.000 kilogrammes. En outre, les gaz combustibles de la distillation du schiste (dépouillés au préalable de tous leurs produits condensables), envoyés dans une conduite régnant tout le long du massif des cornues (L), sont introduits au bas des carneaux et contribuent au chauffage des cornues de distillation du schiste.

La vapeur d'eau est introduite par une conduite (K) au

bas des cornues de distillation au milieu des schistes déjà complètement calcinés, au contact desquels elle se surchauffe fortement et devient capable de réagir chimiquement sur les produits lourds que retiennent encore les schistes : elle a aussi pour effet d'entretenir dans les cornues une surpression qui empêche toute entrée d'air dans les cornues par les joints des briques réfractaires.

La capacité de chaque cornue est de 2.100 kilogrammes, et l'on y passe par jour 1.400 kilogrammes : la durée de la distillation est donc de trente-six heures en moyenne.

La quantité de vapeur d'eau injectée par tonne est de 84 gallons d'eau réduite en vapeur à la température de 225° Fahrenheit (soit 375 litres d'eau réduite en vapeur à la température de 107° C.). Il faut d'ailleurs tenir compte en outre de ce que les schistes crus contiennent de 14 à 15 gallons d'eau par tonne pour avoir la quantité d'eau totale en réaction ; elle est ainsi d'environ 500 litres par tonne de schiste supposé sec.

On charge et décharge (partiellement) les cornues toutes les vingt-quatre heures ; le schiste distillé retiré par les portes inférieures de déchargement ne contient plus trace de carbone et a l'aspect de la brique cuite.

Les produits de la distillation sont récoltés dans une conduite générale en tôle de fort diamètre, où il se condense déjà des goudrons, puis envoyés de là dans des tubes en U formant jeu d'orgues et où l'air seul sert de réfrigérant : on compte qu'il faut 200 pieds carrés de surface de condensation pour 1.000 kilogrammes de schiste distillés par vingt-quatre heures.

On divise quelquefois les condenseurs en deux groupes distincts permettant un fractionnement de l'huile en deux portions : le groupe le plus près des cornues de distillation et dont la température est la plus élevée, fournissant de l'huile lourde (densité, 0,877), le groupe le plus éloigné donnant un naphte de densité 0,770 et 0,780.

Souvent, on réunit ensemble tous les produits condensés en une seule masse dont la densité est en moyenne de 0,867.

Les gaz non condensées retiennent encore des hydrocarbures légers à points d'ébullition très bas. Pour retirer ces derniers, on fait passer les gaz sortant des jeux d'orgues et aspirés par un körting, dans une première tour en tôle de 10 mètres de haut et $2^{m},50$ de diamètre, remplie de coke àrrosé par une pluie d'eau pour arrêter les dernières traces d'ammoniaque, puis dans une deuxième tour semblable, remplie de coke arrosée par de l'huile lourde (déjà purifiée, de densité 0,865) qui absorbe les hydrocarbures légers.

Les gaz non absorbables ni par l'eau ni par les huiles lourdes, sont envoyés dans des réservoirs, d'où ils sont amenés aux fours de distillation des schistes bruts.

Les huiles brutes sont envoyées dans des réservoirs où les eaux ammoniacales se séparent peu à peu : celles-ci sont recueillies à leur tour dans des réservoirs spéciaux.

Le rendement moyen est de 27 gallons d'huile brute par tonne de schiste (soit 120 litres par 1.000 kilogrammes).

La consommation de charbon est de $3^{quint},5$ (178 kilogrammes) par tonne de schiste distillée.

Les frais de distillation en consommation, main-d'œuvre, etc., non compris les frais généraux, sont en moyenne de $2^{sch},9$ par tonne, ce qui, joint au prix du schiste ($5^{sch},6$), fait ressortir les 27 gallons d'huile brute à $8^{sch},3$, soit 10 francs l'hectolitre, dans lesquels les frais de distillation entrent pour $3^{f},33$.

§ 3. Rectification de l'huile brute.

Les rectification et purification de l'huile brute s'effectuent en opérant des distillations fractionnées suivies de

battages à l'acide et à la soude caustique : la différence essentielle avec les procédés français consiste en ce que la distillation de l'huile brute s'effectue par chauffage mixte au moyen d'un foyer et de vapeur surchauffée injectée dans la masse.

Je prendrai comme type le traitement des huiles brutes de l'usine d'Uphall.

I. *Distillation du brut.* — L'huile brute est distillée dans des chaudières verticales d'une contenance de 2.000 gallons (9.087 litres) : le fond de ces chaudières est formé d'une calotte hémisphérique en fonte de 3 pouces (76 millimètres) d'épaisseur. Ces parois verticales sont en tôle de 10 millimètres d'épaisseur. Le fond est chauffé à feu nu par un foyer et de la vapeur surchauffée à la température de 600° Fahrenheit (333° C.) est injectée dans le fond de la chaudière.

La distillation est poussée jusqu'au coke et on ne fractionne pas les produits de la distillation. Cette opération a donc pour objet d'obtenir une sorte d'huile brute plus pure, où les produits les plus lourds ont été « crackés », c'est-à-dire dissociés en coke et produits plus légers, sous l'influence d'une température élevée. La distillation dure vingt-quatre heures, et donne 97 à 95 p. 100 d'huile et 2,5 à 3 p. 100 de perte (*).

II. L'huile est pompée dans un grand réservoir d'une contenance de 50.000 gallons (227 mètres cubes), en tôle doublée de plomb, et mélangée avec 1 p. 100 (en volume) d'acide sulfurique, au moyen d'air comprimé.

De là, l'huile descend dans un réservoir de même contenance, placé à un niveau inférieur, et lavée avec 1 p. 100 (en volume) d'une dissolution de soude de den-

(*) Dans d'autres usines, dès la première distillation, poussée toujours jusqu'au coke, on recueille trois produits fractionnés.

sité 1,30 (30° Baumé), le mélange étant fait également à l'air comprimé (1 p. 100 de cette dissolution correspond à 0,34 p. 100 de soude caustique solide ordinaire à 60 p. 100 d'oxyde de sodium anhydre) (*).

III. L'huile ainsi battue est soumise à une deuxième distillation dans des chaudières cylindriques horizontales de 7.000 gallons (31.804 litres), chauffées, comme les chaudières de première distillation, à la houille et à la vapeur surchauffée.

On recueille un produit A de densité 0,810 (50 p. 100), et l'on obtient un résidu lourd B de densité 0,860 (50 p. 100). La perte n'est que de 0,50 p. 100.

L'huile légère A donnera les produits lampants ; l'huile lourde B la paraffine et des huiles lourdes.

IV. L'huile A, traitée à l'acide (0,75 p. 100) et à la soude (1 p. 100 de dissolution), est redistillée à sec dans le même appareil de 7.000 gallons, toujours avec l'aide de vapeur surchauffée, et sans faire de fractionnement.

Elle subit un nouveau battage à l'acide et à la soude (0,50 p. 100 d'acide et 1 p. 100 de dissolution de soude).

Elle est enfin distillée une dernière fois et fractionnée en trois produits :

Huile cristal et n° 1 (lampante) ;

Huile pour phare (lampante) ;

Huile à gaz (à dissocier à haute température pour obtenir du gaz et du coke) ;

V. L'huile lourde B est soumise au traitement pour paraffine (réfrigérations et compressions successives). Les huiles qui ont été épuisées de leur paraffine sont

---

(*) Le cours actuel, en Angleterre, de l'acide sulfurique, est par tonne de 1^{l},1^{sch}, soit 4^{f},30 les 100 kilogrammes; celui de la soude caustique à 60 p. 100, de 9^{l},5^{sch} la tonne, soit 22^{f},27 les 100 kilogrammes. La soude supérieure à 70 p. 100 coûte 25^{f},52 les 100 kilogrammes.

soumises à un battage à l'acide (1,30 p. 100 d'acide) et à la soude (1,30 p. 100 de dissolution).

L'huile ainsi épurée est distillée à sec dans une chaudière verticale de 2.000 gallons, avec addition de soude caustique solide, et l'on obtient trois produits fractionnés :

1° De l'huile de densité 0,835, qui est mélangée aux huiles A et subit la série des opérations IV ;

2° De l'huile lourde de densité 0,865 ;

3° De l'huile lourde de densité 0,890.

VI. Ces deux catégories d'huiles lourdes sont soumises à un battage à l'acide et à la soude et donnent des huiles pour graissage.

Tous les battages autres que le premier (opération II) se font dans des appareils de 7.000 gallons de capacité (31.804 litres).

La consommation totale d'acide et de soude pour les lampants, est en définitive, de 2,25 d'acide et 3 de dissolution de soude par hectolitre d'huile obtenue, soit en poids, 3kg,13 d'acide et 1 kilogramme de soude solide par hectolitre d'huile obtenue. La consommation totale de charbons pour toutes les opérations de rectification et purification est de 2 quintaux (101kg,600) pour 27 gallons, soit 83 kilogrammes par hectolitre ; cette consommation élevée tient aux distillations à sec, I et IV sans fractionnement, qui font qu'on distille plus de 300 litres par 100 litres d'huile brute traitée.

§ 4. Traitement des huiles paraffinées pour paraffine.

La paraffine brute s'extrait des huiles B (densité, 0,860) par le procédé habituel : réfrigération de l'huile par machines réfrigérantes, l'huile circulant dans des cylindres en cuivre entourés d'un autre cylindre, et dans l'intervalle de ceux-ci circulation en sens contraire de bains de chlorure de calcium refroidis à — 5° C.), puis compression de l'huile semi-solidifiée dans des presses hydrau-

liques ; l'huile qui s'en écoule est retraitée de même deux ou trois fois, jusqu'à épuisement complet.

La partie originale du procédé écossais est le mode de purification de la paraffine brute (*scale*), qui s'effectue souvent sans intervention de dissolvants, au moyen d'un traitement spécial, dit *sweating* ou *suage*.

La paraffine brute de couleur jaune provenant de la réunion des paraffines de 1re, 2e et 3e pression est fondue et coulée en pains plats de $0^m,60 \times 0^m,25 \times 0^m,03$. Ces gâteaux sont placés dans de grandes chambres garnies de paillassons en fibres de coco de $0^m,03$ d'épaisseur, et on injecte dans l'atmosphère de ces chambres de la vapeur d'eau, de manière à y faire régner une température de 125 degrés Fahrenheit (51 degrés centigrades), intermédiaire entre le point de fusion des paraffines les plus dures et les plus molles. Sous l'influence de cette chaleur, la partie la plus fusible des pains de paraffine se liquéfie et est absorbée par les paillassons ; l'huile qui s'en égoutte est repassée à la réfrigération et à la compression.

La paraffine qui a subi un premier suage est déjà très peu colorée. On lui fait subir un deuxième suage après l'avoir refondue en pains de mêmes dimensions ; puis on la filtre sur du noir animal et l'on a ainsi une paraffine de deuxième *sweating*, qui est propre à la fabrication des bougies.

Par un troisième *sweating*, suivie de filtrage sur noir animal, on a de la paraffine supérieure, parfaitement blanche et de point d'effusion élevé.

Dans l'usine d'Addiewel (où l'on fractionne dès la première distillation), on est obligé de compléter l'action de deux *sweatings* successifs par un lavage à l'essence suivi d'une compression et d'une filtration sur noir animal.

La paraffine est à peu près exclusivement destinée à la fabrication des bougies.

§ 5. Traitement des eaux ammoniacales pour sulfate d'ammoniaque.

Les eaux condensées provenant de la distillation contiennent du carbonate et du sulfhydrate d'ammoniaque : ces eaux, emmagasinées dans des réservoirs (avec une couche d'huile lourde pour éviter les pertes par volatilisation), sont envoyées dans des stils ou cylindres clos, où elles sont pulvérisées par des jets de vapeur et entraînées dans des récipients contenant de l'acide sulfurique étendu d'eau (densité, 1,22), où les sels ammoniacaux sont transformés en sulfates.

Par concentration et cristallisation, puis dessiccation du sel déposé dans les cristallisoirs, on obtient du sulfate d'ammoniaque parfaitement blanc, contenant 26,75 p. 100 d'ammoniaque AzH_3, soit 91 p. 100 de sulfate chimiquement pur.

On obtient en moyenne 24 livres de sulfate par tonne de schiste (10^{kg},700 par 1.000 kilogrammes de schiste) livré au commerce comme engrais pour l'agriculture.

La consommation de charbon est de 1 kilogramme de charbon par livre de sulfate obtenu.

§ 6. Résultats généraux : production et prix de revient.

L'industrie des schistes en Écosse a donné en 1891 les résultats suivants :

	Quantités produites annuellement Litres.	Pour 100 lit. d'huile brute.
1° Essences diverses de densité 0,660 à 0,730 (gazolines, naphtes, etc.), 60.000 fûts de 40 gallons, ou 2.400.000 gallons.	10.900.000	4,6 p. 100
2° Huiles lampantes de densité comprise entre 0,800 et 0,832 : 500.000 fûts de 40 gallons	90.870.000	38,5

	Quantités produites annuellement en litres.	Pour 100 lit. d'huile brute.
3° Huiles lourdes (densité, 0,840 à 0,890), 320.000 fûts de 40 gallons	58.156.000	24,6 —
4° Paraffine brute (*scale*)	24.000.000	10kg,1 soit 12lit
5° Sulfate d'ammoniaque	22.000.000kg	9kg,3
6° Résidu de coke.	Pour mémoire.	

Toutes les usines réunies ont produit 52 millions de gallons d'huile brute (*crude oil*), soit 236 millions de litres.

La paraffine brute donne environ 15 p. 100 de perte au raffinage, en sorte que, au point de vue du rendement final par hectolitre de brut, les chiffres précédents conduiraient aux rendements suivants :

Essences	4,6	p. 100
Lampant	38,5	—
Huiles lourdes.	24,6	—
Paraffine raffinée.	10,0	—
Pertes.	22,3	—
Total.	100,0	p. 100

Ces chiffres sont notablement supérieurs à la moyenne du rendement (ce qui peut tenir à ce que les produits livrés à la consommation ont été fabriqués avec une quantité d'huile brute supérieure à la production de l'année courante). Voici en moyenne les résultats obtenus en partant d'une tonne de schiste :

Rendement en huile brute : 27 gallons, soit 122lit,873, qui donnent :

	Gallons.	En volume.	
Huile lampante.	9 $^{3}/_{10}$ soit	34,1	p. 100
Naphte	1 $^{6}/_{10}$	5,9	—
Huile lourde	4 $^{3}/_{10}$	18,1	—
Paraffine solide.	3 $^{3}/_{10}$	12,2	—
Pertes.		29,6	—
Total		100,0	

En partant de ce rendement, voici comment on peut établir les frais et les produits par tonne de schiste (1.016 kilogrommes) :

1° *Frais par tonne de schiste traité.*

Valeur d'une tonne de schiste.	5sch,6d ou	6f,87
Frais de distillation d'une tonne de schiste. .	2 ,9	3 ,44
Raffinage et traitement chimique, frais de fabrication de la paraffine, etc.	2 ,3	2 ,81
Préparation du sulfate d'ammoniaque.	0 ,7	0 ,73
Frais généraux, assurance, amortissement, etc. (très élevés par suite de la transformation complète de l'outillage depuis quelques années).	1 ,6	1 ,88
Total.	12sch,7	15f,73

2° *Produits par tonne de schiste traité.*

	PRIX MOYEN. (Marchandise nue prise à l'usine.)	Deniers.	Francs.
9gal,2 d'huile lampante à. .	3 $^3/_{10}$ le gallon, ci.	30,3	3,15
1 ,6 de naphte, à	5 $^3/_{10}$ — ci.	8,5	0,89
4 ,9 d'huile lourde, à . . .	3 $^2/_{10}$ — ci.	15,7	1,64
3 ,3 de paraffine, à	26 — ci.	85,8	8,94
25 livres de sulfate d'ammoniaque, à.	1 la livre, ci.	25,0	2,60
Totaux		165,3	17,22

Le bénéfice net est donc de 17f,22, moins 15f,73 à la tonne, soit 1f,49. Rapporté à l'hectolitre d'huile brute, le bénéfice net est de 1f,22.

Il résulte d'ailleurs des tableaux précédents que la paraffine et le sulfate d'ammoniaque constituent les 110,8/165,3, soit exactement les deux tiers des produits marchands. Ceci montre que les huiles retirées des schistes *ne couvrent pas leurs frais de fabrication*, car elles ne représentent que 5f,68 de produits marchands, alors que les frais de distillation et rectification seule-

ment montent à 6f,25 (dans lesquels la paraffine n'entre guère que pour un dixième).

On comprend donc l'intérêt capital que les exploitants écossais ont à augmenter leurs rendements en paraffine et sulfate d'ammoniaque.

§ 7. Renseignements divers.

Nous compléterons les renseignements précédents par quelques données relatives à l'emploi et aux prix de vente des différents produits marchands dont ceux donnés au paragraphe 6 ne représentent que des moyennes.

Voici d'abord, à titre d'exemple, la liste des produits marchands retirés des schistes par l'usine d'Uphall (Young's Paraffin Light and Mineral Oil Company) :

		DENSITÉ.	POINT D'INFLAMMATION. (Appareil Abel fermé.)
	Gazoline blanche	0,660	
	Naphte blanc	0,735	
Lampants.	Huile lampante *Crystal*	0,800	107° Fahrenheit, soit 41° 7°
	— n° 1, distillée	0,807	110° Fahrenheit, soit 43° 34°
	— — lavée	0,807	
	— n° 2, distillée	0,816	
	— — lavée	0,816	
	— pour phare	0,812	156° Fahrenheit, soit 68° 9°
	— de sûreté pour la marine	0,837	225° Fahrenheit, soit 107° 2°
	— à gaz	0,850	
	— à graisser pâle	0,865	
	— à graisser jaune	0,865	
	— —	0,885	
	— —	0,890	

Paraffine demi-raffinée; raffinée; sulfate d'ammoniaque.

La gazoline sert à faire du gaz à l'air ; le naphte s'emploie dans les lampes à éponge.

Les lampants, suivant leur densité, s'emploient soit comme du pétrole ordinaire pour les plus légers, soit dans des lampes spéciales pour les plus lourds.

L'huile à gaz sert à fabriquer le gaz d'huile.

Les huiles à graisser s'emploient soit seules, soit, le plus souvent, en coupage d'huiles végétales ou d'huile

de graissage russe, comme les huiles lourdes de schiste françaises.

D'une façon générale, les produits des usines écossaises nous ont paru beaucoup mieux purifiés et moins désagréables comme odeur que les produits français : l'emploi de la vapeur surchauffée dans la distillation des schistes et des huiles doit être la raison de cette différence.

Il en résulte que les essences et les lampants de schiste écossais sont cotés sur le marché au même taux que les produits similaires américains : ceux-ci étaient cotés par gallon fin février 1892, logement compris :

Pétrole raffiné	5^d 1/4. soit 0^f,122 le litre.	
Essence de pétrole.	7 1/4, soit 0 ,166	—

En défalquant le prix du fût, qui revient à 4^{sch},6 et contient 40 gallons (soit 1^d,35/100 ou 0^f,14 par gallon et 0^f,031 par litre), cela fait 3^d,9/10 par gallon pour le pétrole et 5^d,9 10 pour l'essence, prix différant très peu de ceux que nous avons donnés plus haut pour la valeur des huiles prises nues à l'usine, qui est forcément inférieure aux prix de bourses.

Actuellement, les lampants de schiste valent, fût compris, pris à l'usine, de 5 pence à 5^p,50 par gallon, en moyenne 5^p,25.

Le naphte vaut 6^p,50 le gallon; la gazoline vaut 50 à 75 p. 100 en plus.

Les huiles lourdes ont un prix variable suivant la densité; leur prix s'établit ainsi, logées, par tonne de 1.016 kilogrammes :

Densité :	0,840 à 0,865.	3^l,5 à 3^l,15
	0,885	4 ,10 à 6 livres.
	0,890 à 0,895.	6 à 7 livres.

En moyenne, 5 livres par tonne.

La paraffine brute (*scale*) vaut 2^p,25 la livre. Les pa-

raffines raffinées se vendent, d'après le point de fusion, aux taux suivants :

Point de fusion.		Prix par livre ($0^{kg},453$).
98 à 102° Fahrenheit		$2^p\ {}^{15}/_{16}$
104 à 118° Fahrenheit		3 $^5/_8$
125 à 127° Fahrenheit	non traitée à l'essence	4 $^3/_8$
	traitée à l'essence	4 $^5/_8$
130° Fahrenheit	non traitée	4 $^3/_7$
	traitée	5
137° Fahrenheit		5 $^1/_4$

Le sulfate d'ammoniaque vaut 10 livres environ la tonne.

Rapportés au litre ou au kilogramme, ces prix sont les suivants :

Prix (fût compris pour les huiles).

Naphte de schiste	$0^f,149$	le litre.
Lampant (prix moyen	0 ,122	—
Huile lourde (prix moyen)	0 ,123	le kilog.
Paraffine brute	0 ,517	—
Paraffine raffinée à l'essence (130° Fahrenheit)	1 ,148	—
Sulfate d'ammoniaque	0 ,246	—

Nous terminerons en indiquant l'importance comparative de la production écossaise et des importations d'huiles américaines et russes (chiffres relatifs à 1888) :

		Gallons.
Importations	américaine	72.217.600
	russe	20.867.826
Production écossaise (huiles diverses)		35.000.000

Et pour la paraffine (1889) :

		Kilogrammes.
Importations	américaine	15.316.000
	diverses	463.000
Production écossaise (paraffine raffinée)		20.000.000

On voit d'après ces chiffres combien est importante l'industrie écossaise dans la consommation nationale.

COMPARAISON DES INDUSTRIES FRANÇAISE ET ÉCOSSAISE ET PERFECTIONNEMENTS A INTRODUIRE DANS L'INDUSTRIE FRANÇAISE DES HUILES DE SCHISTE.

Au point de vue du mode et des frais d'extraction du schiste, la comparaison des industries française et écossaise est tout à l'avantage de la première : le prix de revient de la tonne de schiste qui est en moyenne de 6f,87 en Écosse n'est en effet chez nous que de 4f,20 au mètre cube, soit 3f,50 à 4 francs la tonne suivant la densité.

Nous ne croyons pas qu'il y ait à gagner de ce côté-là dans nos exploitations, ce prix de revient étant très bas, en valeur absolue, dans l'échelle des industries minières; nous avons vu d'ailleurs que, depuis vingt-cinq ans, malgré les efforts faits pour abaisser le prix de revient, celui du minerai est resté presque stationnaire.

En ce qui concerne les procédés de rectification, à part l'emploi de la vapeur d'eau surchauffée toujours avantageuse dans le fractionnement d'huiles peu riches en lampant, et qui est pratiqué d'ailleurs dans les raffineries de pétrole brut russe, nous ne voyons pas d'amélioration à puiser dans les procédés écossais.

Il n'en est pas de même pour les procédés de distillation du schiste qui sont la caractéristique actuelle de l'industrie écossaise et qui se distinguent complètement du procédé français par l'intervention de la vapeur d'eau surchauffée injectée en grande quantité dans la masse de schiste et par le chauffage progressif du schiste, faible au début du chargement dans le haut des cornues et finissant par le rouge blanc dans le bas de l'appareil en briques réfractaires, température que ne peuvent atteindre les cornues françaises en fonte.

Déjà, dans les expériences relatées dans les rapports

de MM. Chosson et Tournaire, on avait constaté(*) que la présence de l'eau dans les schistes paraissait jusqu'à un certain point favoriser la formation des huiles, et, d'autre part, M. Tournaire avait, dans des distillations de laboratoire poussées à une température supérieure à celles des fours industriels, obtenu un rendement en huile brute très supérieur à celui des fours Mâlo (jusqu'à 8[lit],2 par 100 kilogrammes de schiste) et aussi à celui des cornues actuelles; et cependant ses résidus perdaient encore 13 p. 100 de leur poids par calcination, ce qui semblait prouver que le rendement maximum n'était pas atteint.

Sans vouloir prétendre que, dans l'appareil écossais, les schistes français donneraient un rendement comparable à celui des schistes anglais, dont la différence d'aspect par rapport aux nôtres dénote à elle seule une bien plus grande richesse en matière bitumineuse, il semble que l'on peut conclure des expériences de MM. Chosson et Tournaire et des résultats obtenus en Écosse qu'une distillation progressive terminée à très haute température augmenterait notablement le rendement des schistes de Buxières et d'Autun. Bien qu'il soit impossible de réaliser les conditions de la distillation pratiquée en Écosse dans un appareil de laboratoire, nous avons essayé de nous rendre compte du rôle de la vapeur d'eau en distillant du schiste de Buxières dans des cornues de grès d'un litre de capacité, d'abord sans vapeur d'eau, puis, dans une deuxième opération, avec injection de vapeur d'eau surchauffée. Nous avons opéré sur du schiste prélevé dans une opération qu'a bien voulu faire spécialement à notre demande M. Roux, ingénieur des mines et usine de Buxières-les-Mines et la Courolle, pour obtenir exactement le rendement industriel du schiste

(*) *Annales des mines*, 1871, t. XX, p. 360 et 443.

mis en expérience. Ce schiste a donné à l'usine les résultats suivants :

Poids du mètre cube concassé.	1.026[kg]	
Rendement en huile brute. . .	60[lit]	par mèt. c. de densité 0,915
à 15° centigrade, soit.	58	par tonne.
Eau ammoniacale	53	—

A. La distillation, opérée sur 500 grammes de schiste concassé en petits fragments débarrassés de poussier, a donné au laboratoire : Sans injection de vapeur d'eau 21 centimètres cubes d'huile brute de densité 0,973 à 14 degrés et 16[cm],5 d'eau ammoniacale, soit par tonne :

42 litres d'huile.
33 litres d'eau ammoniacale.

B. Avec injection de vapeur d'eau surchauffée, le même poids de schiste a donné 42 centimètres cubes d'huile brute de densité 0,955, soit par tonne :

84 litres.

Dans chaque opération, la totalité de l'huile a été distillée en une heure à partir du début du chauffage. La quantité de vapeur d'eau injectée dans la deuxième opération, faite dans une cornue en grès tubulée, a été de 300 grammes ; la vapeur d'eau, introduite à 100 degrés dans le haut de la tubulure, était surchauffée par son passage sur de la pierre ponce remplissant la tubulure jusqu'au fond de la cornue. Dans les deux cas, le chauffage a été fait avec du charbon de bois dans un fourneau à réverbère. Le chauffage a été rendu aussi progressif que possible, et a été terminé par le rouge vif maintenu pendant une heure après disparition totale du filet d'huile.

Le rendement dans la distillation à sec a été notablement inférieur au rendement industriel qui, en revanche, a été très dépassé dans l'opération avec injection de vapeur d'eau surchauffée. Cela peut tenir à ce que les pertes de matières bitumineuses adhérentes aux parois

de la cornue et subissant la décomposition pyrogénée en gaz et coke sont d'autant plus grandes que l'appareil est plus petit, et aussi à ce que le col de la cornue de grès par où s'échappaient les produits distillés était forcément très chaud. La plus forte densité de l'huile obtenue au laboratoire doit tenir aussi aux mêmes causes. Enfin, ces essais de laboratoire n'ayant pu être faits que plus de dix mois après l'extraction du schiste, celui-ci avait perdu de l'eau, comme le montre le faible rendement en eau ammoniacale de la distillation à sec, et cette circonstance a pu diminuer le rendement en huile brute du schiste.

Quelle que soit d'ailleurs la cause de l'infériorité du rendement de l'opération par rapport au rendement industriel, on peut conclure du fait que l'opération B, exécutée dans les mêmes conditions de chauffage que l'opération A, mais avec intervention de la vapeur d'eau, a donné un rendement en huile brute exactement double de celui de l'opération A faite à sec, que l'intervention de la vapeur d'eau augmente notablement le rendement en huile brute.

Cette augmentation, d'après notre expérience, provient d'ailleurs plutôt de la moindre proportion de produits gazeux dissociés par la chaleur que de l'action de la vapeur sur les matières carburées contenues dans le schiste, car les résidus des opérations A et B ont donné presque exactement la même perte de poids par calcination : 9 p. 100 dans les résidus de la distillation à sec, et 8,35 p. 100 dans ceux de la distillation à la vapeur. Nous ajouterons que l'huile de l'opération B paraissait beaucoup plus paraffinée que celle de l'opération A, car, malgré sa densité moindre, elle était figée à 14 degrés, tandis que celle de l'opération A était liquide à la même température. La faible différence de perte par calcination entre les résidus des deux opérations donne à penser que l'injection de vapeur d'eau pourrait être réalisée sans

que, pour cela, les résidus ne puissent plus être employés comme combustibles.

Bien entendu, nous ne croyons pas qu'on puisse tirer de ces expériences autre chose que le *sens* dans lequel influe l'intervention de la vapeur d'eau, car des opérations, faites dans les fours écossais avec du schiste de Buxières ou d'Autun, pourraient seules indiquer si l'augmentation de rendement justifierait la transformation très coûteuse du matériel qui, si les résidus ne pouvaient plus servir au chauffage des cornues, exigeraient l'emploi de combustible spécial dans des gazogènes, dont on pourrait d'ailleurs, comme en Écosse, atténuer la consommation par l'emploi des gaz combustibles inutilisés presque partout dans l'industrie schistière en France.

Il y aurait d'ailleurs à tenir compte dans ces évaluations d'une augmentation probable dans le rendement en ammoniaque et la teneur en paraffine qui pourrait permettre de retirer ces produits, et, d'une certaine amélioration dans la qualité de l'huile brute, moins odorante, quand la distillation du schiste s'est faite en présence de la vapeur d'eau.

Nous terminerons en signalant un dernier perfectionnement possible dans l'industrie française des huiles minérales de schiste. Ces huiles sont assez sulfurées et ce n'est pas l'un des moindres inconvénients de leur emploi. En Amérique, pour le traitement des huiles de Lima très sulfurées, on se débarrasse du soufre par le procédé suivant, décrit par MM. Riche et Roume dans leur rapport sur la production, l'industrie et le commerce des huiles minérales aux États-Unis (*). On commence

(*) Paris, Imprimerie nationale, 1892. — Ce procédé est déjà employé en France pour désulfurer les eaux glycérinées, sulfureuses, des savonneries de Marseille ; mais nous ne croyons pas qu'on l'ait encore tenté pour la désulfuration des huiles de schiste.

par distiller l'huile brute à la méthode ordinaire en laissant un résidu. Puis les essences et les huiles lampantes sont redistillées dans des chaudières contenant de l'oxyde de cuivre en grand excès et munies d'agitateurs qui brassent le liquide incessamment et énergiquement, de façon que l'oxyde de cuivre, très divisé, soit en suspension dans l'huile. L'huile, qui noircit énergiquement par l'acétate de plomb avant le traitement, ne donne aucune coloration avec ce réactif après la distillation avec oxyde de cuivre.

Le sulfure de cuivre formé, mélangé de goudron, est égoutté à froid, puis dans des fours inclinés. Le résidu, qui paraît sec, passé sous des pilons ou des moules, redevient liquide; on le passe aux filtres-presses et les pains obtenus concassés sont grillés dans des fours cylindriques à tablettes sur lesquels le sulfure de cuivre descend successivement pour sortir à l'état d'oxyde de cuivre en poudre fine prêt pour une nouvelle distillation. Il suffit de chauffer légèrement la base de ces fours pour que le sulfure de cuivre imprégné de produits hydrocarbonés prenne feu, s'oxyde et dégage assez de chaleur pour entretenir sa combustion. Dans l'usine de la Standard Company, à Whiting près Chicago, on régénère ainsi journellement jusqu'à 100 tonnes d'oxyde de cuivre par jour : ce chiffre montre que le procédé est avantageux, et il serait intéressant d'en faire l'application à l'huile de schiste, dont la valeur pourrait ainsi être rapprochée davantage de celle des pétroles raffinés.

Paris, 20 mars 1893.

TABLE DES MATIÈRES

ÉTUDE THÉORIQUE

DU

RENDEMENT RÉEL DES MACHINES A VAPEUR

APPLICATION AUX LOCOMOTIVES

Par M. NADAL, Ingénieur au Corps des mines.

CHAPITRE I.

THÉORIE DE LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR DANS LES PAROIS DES CYLINDRES DES MACHINES A VAPEUR.

I. *Objet de l'étude.*

Dans le travail qui va suivre, nous développons la théorie mathématique des machines à vapeur d'eau saturée. Cette théorie permet de calculer le rendement exact d'une machine avec une approximation qui ne dépend que de la plus ou moins grande précision qu'on apporte au tracé d'une série d'épures. Elle s'applique tout aussi bien à une machine en projet qu'à une machine construite.

II. *Rôle des parois des cylindres.*

La vapeur, pendant son admission dans un cylindre, perd sa chaleur de deux façons : en produisant du travail et en réchauffant les parois métalliques avec lesquelles

elle est en contact. Ce dernier phénomène entraîne la condensation d'une partie de la vapeur, qui est ainsi introduite en pure perte. Si on parvient à déterminer la quantité de vapeur condensée à chaque coup du piston, il devient ensuite facile de savoir quelle est la quantité totale de vapeur dépensée.

La première question, qui se pose, est celle de savoir si les effets thermiques qui se produisent dans un cylindre, sont dus en totalité à l'action des parois métalliques ou sont dus, en partie, à la présence permanente d'une quantité notable d'eau, qui n'est pas expulsée pendant l'échappement et qui permet d'expliquer ces effets thermiques, comme l'a démontré Zeuner. La présence d'eau stagnante n'est, d'ailleurs, qu'une pure hypothèse et rien n'a permis, jusqu'ici, d'en vérifier l'exactitude. Hirn et l'École alsacienne ont soutenu qu'il ne pouvait pas y avoir, en permanence, dans les fonds d'un cylindre, une quantité d'eau notable et que l'existence d'une très petite quantité d'eau ne pouvait avoir aucune influence sur les déductions générales tirées de la théorie expérimentale de Hirn. Ces conclusions ont été appuyées par les expériences de MM. Hirn et Hallauer et elles sont généralement admises. Nous posons donc comme principe que les effets thermiques, qui se produisent dans un cylindre, sont dus à l'action des parois métalliques sur la vapeur et qu'on peut négliger la perte de chaleur qu'éprouve la vapeur, affluant au commencement de l'admission, pour réchauffer la petite quantité de vapeur humide qui se trouve dans le cylindre à la fin de la compression.

Il y a des échanges de chaleur tantôt positifs, tantôt négatifs, entre les parois métalliques et la vapeur saturée, contenant une certaine proportion d'eau. L'action des parois consiste à prendre ou à céder de la chaleur à une masse de vapeur saturée, d'où résultent des condensations ou des vaporisations partielles. Mais il n'en résulte

pas que la température du fluide évoluant soit sensiblement influencée par cette action des parois; c'est ainsi que pendant l'admission et l'échappement, la température de la vapeur est à peu près indépendante des échanges de chaleur avec les parois. Nous verrons plus loin (§ 12) dans quelle faible mesure elle en dépend.

Les échanges de chaleur entre la vapeur et les parois sont évidemment réglés par les lois ordinaires de la propagation de la chaleur. Que la vapeur ne soit pas en contact immédiat avec les parois, mais qu'elle en soit séparée par une couche très mince de rosée, comme cela doit avoir lieu par suite des condensations qui se produisent, cela ne modifie pas les lois générales de la transmission de la chaleur et ne peut influer que sur la valeur inconnue du coefficient de conductibilité extérieure des parois.

Il s'agit donc d'appliquer les lois générales de la transmission de la chaleur aux parois métalliques d'un cylindre qui sont en contact avec un fluide composé de vapeur saturée et d'eau en proportion variable, mais faible en général. La température de ce fluide n'est pas constante; elle varie suivant une loi révélée par les diagrammes de l'indicateur de pression.

Pour pouvoir ramener le problème à un cas simple : celui de la propagation linéaire de la chaleur dans un mur indéfini, il faut voir si on peut considérer la propagation de la chaleur dans les parois d'un cylindre comme étant linéaire et si on peut appliquer à ces parois la loi de propagation dans un mur ayant une épaisseur infinie.

On est autorisé à considérer une paroi, qui, dans le fait, n'a que de $0^m,025$ à $0^m,03$ d'épaisseur, comme infinie, pourvu que le mouvement de chaleur qui se produit n'affecte qu'une petite épaisseur voisine de la surface. Or c'est ce qui a lieu dans un cylindre. La durée d'un coup de piston est très faible : une seconde, au plus, dans les

machines les plus lentes faisant 30 tours à la minute (*). Pendant cette durée très petite, la chaleur ne peut se propager que sur une épaisseur très faible des parois, de sorte que la plus grande partie de cette épaisseur n'est pas affectée, ou du moins l'est très peu, par les variations intérieures de la température.

Ce fait, annoncé par le calcul, a été vérifié expérimentalement.

Les expériences de Hirn ont montré que la chaleur cédée aux parois pendant l'admission et une partie de la détente est restituée pendant la seconde partie de la détente et pendant l'échappement. Par conséquent cette chaleur ne traverse pas les parois. La quantité qui les traverse est mesurée par le refroidissement externe et elle n'est que le vingtième ou le trentième de la chaleur totale échangée pendant un tour de manivelle. Elle est d'ailleurs constante; donc la température sur la surface extérieure du cylindre est constante.

Ces faits ont aussi été confirmés par les expériences récentes de M. Bryan Donkin. M. Donkin a inventé un appareil qui permet d'étudier les températures des parois d'un cylindre. Il résulte de ses observations que ces parois doivent être considérées comme composées de deux parties distinctes, AC et AB (*fig.* 1).

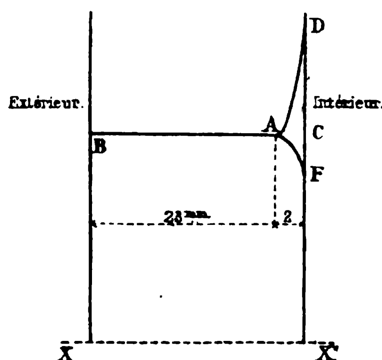


Fig. 1.

En un certain point, A, cessent les oscillations de température qui se produisent

(*) On rencontre dans l'exploitation des mines des machines ne faisant que quinze à dix-huit tours par minute; mais ce sont de rares exceptions.

dans l'intérieur pendant chaque révolution. Dans la partie AB, il y a toujours flux de chaleur vers l'extérieur. La courbe des températures dans la région AB, à régime constant, s'écarte très peu de l'horizontale pour une paroi munie d'une bonne enveloppe protectrice de feutre. L'épaisseur de AB a été trouvée égale à 23 millimètres et celle de AC à 2 millimètres seulement.

On peut donc considérer comme établi, que le mouvement de la chaleur n'affecte, à chaque révolution, qu'une faible épaisseur de la paroi.

Le mouvement de la chaleur peut-il être considéré comme linéaire, c'est-à-dire, peut-on négliger les transmissions de chaleur qui se produisent longitudinalement?

M. Donkin a constaté que la température moyenne de la paroi du cylindre est plus élevée aux deux bouts du cylindre qu'au milieu. D'autre part, en calculant les échanges de chaleur comme nous l'indiquerons plus loin, sans tenir compte de la propagation longitudinale, on peut déterminer qu'elle est la température moyenne de la paroi en chaque point du cylindre; on trouve ainsi que cette température est plus élevée aux deux bouts qu'au milieu et le calcul donne le maximum de l'écart possible, qui est généralement assez faible. Il y a donc dans la partie AB de la paroi une propagation longitudinale qui dépend d'un écart de températures peu important et d'une surface qui s'élève, en moyenne, à 1 ou 2 centièmes de la surface intérieure du cylindre. La quantité de chaleur transmise longitudinalement par la section AB ne peut donc être qu'une très petite partie de la chaleur totale mise en mouvement. Mais de plus, nous avons vu plus haut que le mouvement de la chaleur échangée, à chaque tour, entre la vapeur et les parois n'affecte qu'une petite épaisseur AC (*fig.* 2). Lorsque le piston est dans une position quelconque, par exemple en C', tout près du fond du cylindre, et que l'admission se fait dans l'espace α, la

vapeur cède de la chaleur par une surface qui comprend le fond du cylindre, la surface du piston et une portion cylindrique; cette chaleur pénètre dans la paroi et il ne s'en échappe longitudinalement qu'une fraction proportionnelle à la surface de la couronne annulaire A′C′, qui n'a que quelques millimètres d'épaisseur. Cette surface est donc très petite et la quantité de chaleur transmise longitudinalement est, elle-même, excessivement faible et peut être négligée.

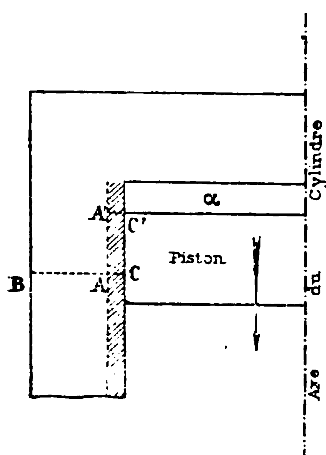


Fig. 2.

On peut donc admettre que le mouvement de la chaleur est linéaire.

III. *Équations différentielles du mouvement de la chaleur.*

Le fait que le mouvement de la chaleur n'affecte qu'une petite épaisseur voisine de la surface et que dans le reste de l'épaisseur la température peut être considérée comme constante, permet d'assimiler les parois d'un cylindre à un mur d'épaisseur infinie, ce qui constitue un cas simple de la propagation de la chaleur.

On peut aussi imaginer un autre cas, encore plus simple à un certain point de vue, auquel peut tout aussi bien être assimilé le cas des parois d'un cylindre.

Considérons, par exemple, un mur d'épaisseur 2X, limité par deux plans infinis (*fig.* 4, Pl. XIV). Sur chaque face de ce mur se trouve une même source de chaleur. Si on envisage la propagation de la chaleur pendant un temps assez petit pour que le flux de chaleur n'ait pas

encore atteint le plan OY, la loi de propagation sur chaque face est évidemment la même que si le mur avait une épaisseur infinie. Dans le nouveau cas que nous considérons, tout est symétrique par rapport au plan médian OY.

Nous allons donc étudier la propagation de la chaleur dans un mur limité par deux plans parallèles et tel que tout soit symétrique par rapport au plan médian. En ce qui concerne notamment l'état initial, si

$$v = F(x)$$

représente cet état initial, la fonction $F(x)$ ne doit pas changer quand on remplace x par $-x$ et doit, par conséquent, être une fonction paire de x.

La source de chaleur agissant sur les deux faces du mur considéré est entretenue à une certaine température, qui peut être constante ou variable avec le temps.

Il s'agit de déterminer les états successifs du solide pendant toute la durée de l'échauffement.

Soit x la distance d'un point quelconque de l'axe OX au point O, v la température de ce point au temps t. On suppose, pour plus de généralité, que la température initiale, commune à tous les points placés à la distance x du plan Oγ, est différente pour les différentes valeurs de x et est représentée par l'équation :

$$v_0 = F(x).$$

Les points placés à la même distance du plan Oγ ne cesseront pas d'avoir une température commune ; ainsi v est une fonction de x et de t seulement. Lorsqu'on suppose $t = 0$, il est nécessaire que cette fonction convienne à l'état initial qui est donné.

Considérons le mouvement de la chaleur dans une couche infiniment peu épaisse, terminée par deux plans dont les distances au plan OY sont x et $x - dx$. La

quantité de chaleur qui passe de la partie du solide extérieure dans la couche d'épaisseur dx est égale, par unité de surface, à :

$$K \frac{dv}{dx} dt,$$

K étant le coefficient de conductibilité intérieure.

La quantité de chaleur qui s'écoule par le plan situé à la distance $x - dx$ s'obtient en remplaçant x par $x-dx$ dans l'expression précédente, ce qui donne :

$$K \frac{dv}{dx} dt - K \frac{d^2v}{dx^2} dx dt.$$

Si on fait la différence entre ces deux expressions, on a la quantité de chaleur qui s'accumule dans la couche d'épaisseur dx; c'est :

$$K \frac{d^2v}{dx^2} dx dt.$$

Or la quantité de chaleur nécessaire pour élever de dv la température de la tranche considérée est :

$$CD dx dv,$$

où C est la chaleur spécifique et D la densité.

On a donc :

$$K \frac{d^2v}{dx^2} dx dt = CD dx dv,$$

ou :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{K}{CD} \frac{d^2v}{dx^2}.$$

IV. *Condition particulière à laquelle est assujettie la surface extérieure du mur* (*).

Quand un solide s'échauffe sous l'influence d'air chaud ou de vapeur, il faut concevoir, d'après Fourier, que la

(*) C'est ici le lieu d'indiquer la différence fondamentale qu'il y a entre la théorie de M. Kirsch sur la propagation de la chaleur dans les parois d'un cylindre (voir l'ouvrage de cet auteur: *Die Bewegung der Wärme in den cylinderwandungen der Dampf-*

couche extérieure de ce solide est dans un état propre à faire entrer, à chaque instant, dans le solide, une

---

maschine; et la *Revue universelle de Liège*, 3e série, t. VI, 1889) et la mienne. M. Kirsch admet que la surface intérieure d'un cylindre a, à chaque instant, la température de la vapeur qui la touche. Cette température de la vapeur, T, peut être exprimée par une fonction, $F(\alpha)$ (α étant l'angle de manivelle, proportionnel au temps), développable en une série de sinus; de sorte qu'on peut poser :

$$F(\alpha) = A_0 + A_1 \sin \alpha + A_2 \sin 2\alpha + \dots A_n \sin n\alpha + \dots$$

D'autre part, l'équation différentielle du mouvement de la chaleur,

$$\frac{dT}{dt} = K\frac{d^2T}{dx^2} \quad \text{ou} \quad \frac{dT}{d\alpha} = \frac{d^2T}{dX^2}.$$

X étant une quantité proportionnelle à la profondeur, x, du point considéré de la paroi, a pour intégrale générale :

$$T = A_0 + \sum_1^\infty Ce^{-X\sqrt{p}} \cos(p\alpha - X\sqrt{p} - \delta),$$

où p est un nombre entier positif quelconque et C et δ des constantes.

En faisant dans cette intégrale $X = 0$ et en l'identifiant avec le développement de $F(\alpha)$, on trouve, sans difficulté, que l'équation générale de la température à une profondeur X est la suivante :

$$T = A_0 + A_1 e^{-X} \sin(\alpha - X) + A_2 e^{-X\sqrt{2}} \sin(2\alpha - X\sqrt{2}) + A_3 e^{-X\sqrt{3}} \sin(3\alpha - X\sqrt{3}) + \dots + A_n e^{-X\sqrt{n}} \sin(n\alpha - X\sqrt{n}) + \dots$$

De cette dernière équation, M. Kirsch déduit le mouvement de la chaleur dans les parois d'un cylindre.

L'hypothèse qui forme la base de la théorie de M. Kirsch, à savoir : que la température de la surface intérieure d'un cylindre est égale à celle de la vapeur qui la touche, est fausse. Elle aurait comme conséquence que le coefficient de conductibilité extérieure serait infini, ce qui est contraire aux lois universellement admises de la transmission de la chaleur. La température de la surface intérieure d'un cylindre n'est pas et ne peut être égale à celle de la vapeur, de même que la température de la surface extérieure n'est pas égale à la température atmosphérique.

En définitive, M. Kirsch a admis comme une donnée une quantité qui est, en réalité, l'inconnue, et que je considère comme telle, dans mon étude.

quantité de chaleur égale à celle que la présence du milieu peut lui donner.

La quantité de chaleur qui s'écoule dans l'intérieur du solide, à la distance x, est :

$$K \frac{dv}{dx} dt.$$

Cette expression est applicable à toutes les valeurs de x. En y faisant $x = X$, on connaîtra la quantité de chaleur qui traverse la surface extérieure du mur. D'un autre côté, la température sur la surface étant T et celle de la source étant θ, la quantité de chaleur, qui peut passer par l'unité de surface, est :

$$h(\theta - T)\, dt,$$

h étant le coefficient de conductibilité extérieure.

On a donc deux expressions différentes du flux de chaleur sur la surface extérieure. En les égalant, il vient :

$$K \left(\frac{dv}{dx}\right)_{x=X} = h(\theta - T).$$

T est la valeur de v quand on y fait $x = X$.

Il s'ensuit que la solution du problème revient à celle des trois équations suivantes :

$$\text{(A)} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{dv}{dt} = \dfrac{K}{CD} \dfrac{d^2 v}{dx^2}, \\ K \left(\dfrac{dv}{dx}\right)_{x=X} = h(\theta - T), \\ (v)_{t=0} = F(x). \end{array} \right.$$

La première de ces équations a lieu pour toutes les valeurs de x et de t; la deuxième pour $x = X$ quel que soit t; la troisième pour $t = 0$ quel que soit x.

V. *Résolution du système* (A) *dans le cas où* θ = *constante*.

Fourier, en étudiant la propagation de la chaleur dans une sphère solide, a donné la marche à suivre pour

résoudre le système d'équations (A) dans le cas où θ est une constante. Mais, si on veut appliquer la théorie de la chaleur aux machines à vapeur, le cas où la température de la source est constante ne se présente jamais en pratique. Même pendant la durée de l'admission, la température de la vapeur varie.

Elle varie dans des limites très étendues, si on considère (ce qu'il est nécessaire de faire) une révolution complète. L'objet capital de la question consiste donc à trouver la solution générale des équations (A) dans le cas où θ est une fonction quelconque du temps. En pratique, la fonction θ est connue par le diagramme des pressions fourni par l'indicateur.

Pour trouver la solution dans le cas où θ est variable, nous nous servirons de la solution dans le cas où θ est constant. Par conséquent, c'est cette dernière que nous allons établir tout d'abord.

Supposons donc θ constant et égal à θ_0. Prenons cette température constante comme zéro des températures, de sorte que v sera compté à partir de ce zéro. Par suite de cette hypothèse, le second membre de la seconde des équations (A), c'est-à-dire $h(\theta_0 - \mathrm{T})$ s'écrira simplement $-h\mathrm{T}$, T représentant la température sur la surface du solide comptée en partant de θ_0 comme origine.

Dès lors, en posant $\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{DC}} = k$, les deux premières des équations (A) s'écrivent :

$$\frac{dv}{dt} = k\frac{d^2v}{dx^2}, \tag{1}$$

$$\left(\frac{dv}{dx}\right)_{x=\mathrm{X}} + \frac{h}{\mathrm{K}}\mathrm{T} = 0. \tag{2}$$

Une solution particulière de l'équation (1) est :

$$v = e^{-kn^2t}(a\cos nx + b\sin nx).$$

Dans le cas où tout est symétrique par rapport à un

plan médian, la valeur de v doit être une fonction paire de x. Par conséquent il faut effacer le terme en sinus de la solution particulière, qui se réduit à :

$$v = a e^{-kn^2 t} \cos nx.$$

Dans cette expression a et n sont des constantes à déterminer.

La solution générale sera formée par une somme de solutions particulières en nombre infini, dans chacune desquelles les constantes a et n seront différentes. Donc la solution générale est de la forme

$$v = a_1 e^{-kn_1^2 t} \cos n_1 x + a_2 e^{-kn_2^2 t} \cos n_2 x + \ldots$$

Elle contient une double série infinie de constantes arbitraires.

VI. *Détermination de* n.

Les valeurs de n se déterminent facilement à l'aide de l'équation (2).

Considérons, en effet, une solution particulière :

$$v = a e^{-kn^2 t} \cos nx.$$

On en déduit :

$$\frac{dv}{dx} = -a n e^{-kn^2 t} \sin nx.$$

En portant dans (2) les valeurs de v et de $\frac{dv}{dx}$ après y avoir fait $x = X$, on a :

$$n \sin nX = \frac{h}{K} \cos nX,$$

ou bien :

$$(3) \qquad \frac{nX}{\operatorname{cotg} nX} = \frac{hX}{K}.$$

En posant $nX = \varepsilon$ et $\frac{hX}{K} = \lambda$, cette équation devient :

$$(3\ bis) \qquad \frac{\varepsilon}{\operatorname{cotg} \varepsilon} = \lambda.$$

Comme l'a montré Fourier, cette équation a une infinité de racines réelles et est susceptible d'une interprétation géométrique simple qui permet de trouver toutes les racines.

Soit :

$$u = \cot g\, \varepsilon,$$

l'équation d'une ligne dont l'arc ε est l'abscisse et u l'ordonnée; et soit :

$$u = \frac{\varepsilon}{\lambda}$$

l'équation d'une droite dont ε et u désignent aussi les coordonnées. L'inconnue ε est l'abscisse du point d'intersection de la courbe et de la droite.

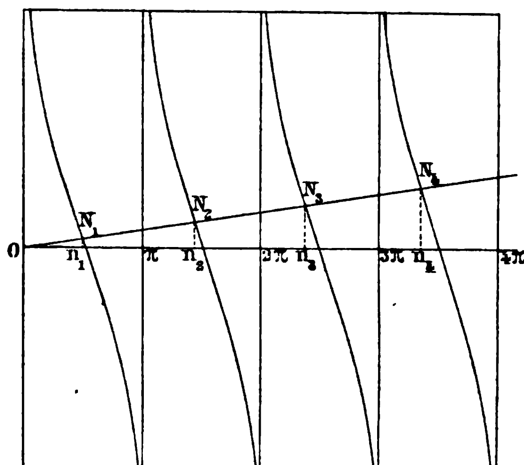


Fig. 3.

La courbe est composée d'une infinité d'arcs. Les ordonnées sont nulles pour les valeurs des abscisses :

$$\frac{\pi}{2}, \quad \frac{3\pi}{2}, \quad \frac{5\pi}{2}, \quad \text{etc.},$$

et infinies pour les valeurs :

$$0, \quad \pi, \quad 2\pi, \quad 3\pi, \quad \text{etc.}$$

La droite $u = \frac{\varepsilon}{\lambda}$ est telle que $ON_1N_2N_3$. Elle coupe nécessairement toutes les branches de la courbe transcendante. A chaque point d'intersection correspond une abscisse qui est une racine de l'équation (3bis).

Il y a donc un nombre infini de racines réelles qui, à mesure qu'elles croissent, se rapprochent indéfiniment d'un multiple de π.

Fourier s'est étendu longuement (*Théorie analytique de la chaleur*, p. 308) sur les procédés à employer pour calculer ces racines.

VII. *Détermination de* a.

On connaît maintenant l'une des constantes, n, de chacune des solutions particulières de l'équation différentielle (1).

La valeur de v donnée par l'équation :

$$v = ae^{-kn^2t} \cos nx,$$

où n est une racine quelconque de l'équation (3), satisfait aux équations (1) et (2), c'est-à-dire à deux conditions de la question. La solution générale sera formée par la somme de toutes les solutions particulières, qui sont en nombre infini comme les racines de l'équation (3). Désignons donc par n_1, n_2, n_3, etc., ces racines rangées par ordre de grandeur croissante. La solution générale sera :

$$v = a_1 e^{-kn_1^2 t} \cos n_1 x + a_2 e^{-kn_2^2 t} \cos n_2 x + \ldots$$

Si on fait $t = 0$, on aura, pour exprimer l'état initial, l'équation :

$$v_0 = a_1 \cos n_1 x + a_2 \cos n_2 x + a_3 \cos n_3 x + \ldots$$

Il s'agit de déterminer les quantités $a_1 - a_2 - a_3 \ldots$, en partant de l'équation donnée de l'état initial :

$$v_0 = F(x).$$

D'après les conditions du problème posé, cet état initial est une fonction paire de x. Tout revient donc à développer $F(x)$ en une série de cosinus tels que $\cos n_1 x$, $\cos n_2 x$, etc. Les coefficients du développement ne seront autres que a_1, a_2, a_3, etc.

Posons donc :

$$F(x) = a_1 \cos n_1 x + a_2 \cos n_2 x + \ldots;$$

cette équation doit être une identité pour toutes les valeurs de x comprises entre 0 et X.

Multiplions les deux membres par $\cos mx dx$, m étant une des quantités n_1, n_2, etc., et intégrons entre les limites 0 et X.

Un terme quelconque du second membre devient :

$$a \int \cos mx \cos nx dx = \frac{a}{2} \left[\frac{1}{m-n} \sin (m-n)x + \frac{1}{m+n} \sin (m+n)x \right].$$

Le second membre de cette équation est nul pour $x = 0$. Il est également nul pour $x = X$, en vertu de l'équation (3), pourvu que m soit différent de n.

Quand $m = n$, le second membre n'est plus nul et on a alors :

$$a \int_0^X \cos^2 nx dx = \frac{a}{2} \left(X + \frac{\sin 2nX}{2n} \right).$$

Par conséquent, on a :

$$\int_0^X F(x) \cos nx dx = a \int_0^X \cos^2 nx dx = \frac{a}{2} \left(X + \frac{\sin 2nX}{2n} \right),$$

d'où on déduit la valeur de a :

$$a = \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX}.$$

Les valeurs successives a_1, a_2, a_3, etc., s'obtiennent en remplaçant dans l'expression précédente n par n_1, n_2, n_3, etc.

L'intégrale générale cherchée peut donc s'écrire :

$$(4) \qquad v = \sum_{n_1}^{n_\infty} \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx\, dx}{2nX + \sin 2nX} e^{-kn^2 t} \cos nx.$$

Cette équation satisfait aux trois équations du système (A) et constitue la solution complète du problème posé, dans le cas où la température de la source de chaleur est constante.

VIII. *Résolution du système* (A) *dans le cas où* θ *est une fonction du temps. Lemne déduit du cas où la température de la source est constante.*

On a pu remarquer que ce qui fait le succès de la méthode d'intégration ci-dessus, c'est qu'on peut déterminer indépendamment les deux séries de constantes arbitraires a et n, et cela provient de ce que a disparait quand on remplace T et $\frac{dT}{dx}$ par leurs valeurs dans l'équation de condition :

$$\frac{dT}{dx} + \frac{h}{K} T = 0.$$

Si l'équation ci-dessus contenait un troisième terme indépendant de T, la méthode n'aboutirait plus parce que a ne disparaîtrait pas. Cela arrive quand la température de la source de chaleur est non plus constante, comme nous l'avions jusqu'ici supposé, mais variable avec le temps. Dans ce cas, l'équation de condition a la forme :

$$\frac{dT}{dx} + \frac{h}{K} T = \frac{h}{K} \theta,$$

ou θ est une fonction quelconque du temps.

On ne peut plus déterminer séparément a et n, et la méthode de résolution directe, qui conduit à un double système d'équations en nombre infini contenant un nombre infini d'inconnues, est inabordable.

Nous allons donc employer une autre méthode, qui consiste à diviser la durée de l'échauffement en petites périodes, pendant lesquelles on peut toujours supposer que la température de la source est constante.

Nous démontrerons d'abord un lemne déduit du cas où la température de la source est toujours constante.

On sait que la loi des températures du solide, quand il est échauffé par une source constante à température θ_0, agissant pendant un temps t quelconque, est donnée par l'expression :

$$v = \theta_0 - V = \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx\, e^{-kn^2t}.$$

En effet, la valeur v de l'équation (4), comptée à partir de θ_0 comme origine des températures, devient $\theta_0 - V$ quand l'origine des températures est quelconque.

Divisons maintenant la durée d'échauffement en petites périodes égales t_1, t_2, t_3, etc.

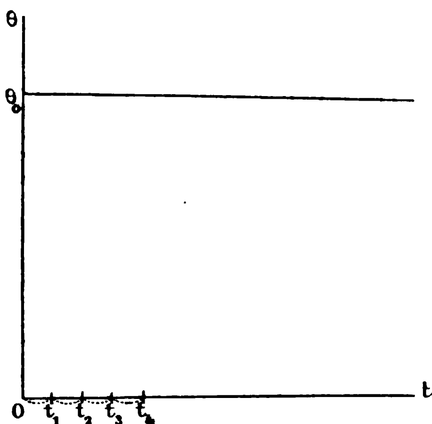


Fig. 4.

La loi des températures dans le solide à la fin de t_1 ou au commencement de t_2 s'obtient en faisant $t = t_1$ dans la valeur de $\theta_0 - V$.

Si τ est un moment quelconque de la période t_2, compté

à partir de l'origine de t_2, la loi des températures pendant la période t_2 s'obtiendra en faisant $t = t_1 + \tau$ dans la valeur de $\theta_0 - V$.

On aura donc pendant la période t_2 :

$$\theta_0 - V = \sum \frac{4n\int_0^X F(x) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2(t+\tau)}.$$

D'autre part, traitons la période t_2 indépendamment de la période t_1. Le problème à résoudre est alors le suivant :

Établir la loi des températures dans un solide chauffé par une source de chaleur θ_0, et dont l'état initial est exprimé par l'équation :

$$\theta_0 - V_1 = \sum \frac{4n\int_0^X F(x) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1},$$

ou t_1 est une valeur fixe.

Cette loi des températures est de la forme :

$$\theta_0 - V = \sum a \cos nx e^{-kn^2\tau},$$

et il faut calculer les valeurs de a d'après l'état initial ci-dessus.

On a par suite :

$$a = \frac{4n\int_0^X (\theta_0 - V_1) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX},$$

ou en remplaçant $\theta_0 - V_1$ par sa valeur :

$$a = \frac{4n}{2nX + \sin 2nX}\int_0^X \cos nx\,dx \sum \frac{4n\int_0^X F(x) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1}.$$

La loi des températures est donc exprimée par l'équation suivante :

$$\theta_0 - V = \sum \cos nx e^{-kn^2\tau} \frac{4n}{2nX + \sin 2nX}$$
$$\times \int_0^X \cos nx\,dx \sum \frac{4n\int_0^X F(x) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1}.$$

Mais nous avons vu plus haut que cette loi des tempé-

ratures pouvait être aussi exprimée par l'équation :

$$\theta_0 - V = \sum \frac{4n\int_0^X F(x) \cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx\, e^{-kn^2(t_1+\tau)}.$$

Donc les deux expressions ci-dessus de $\theta_0 - V$ sont complètement équivalentes.

Toutes deux indiquent la loi d'échauffement du solide, la seconde à partir du commencement de la période t_1 et pour toutes les périodes suivantes, la première à partir du commencement de la période t_2 et pour toutes suivantes. Toute la différence entre les deux expressions réside en ce que l'origine du temps n'est pas la même.

IX. *Division de la durée d'échauffement en petites périodes.*

Supposons maintenant que la température de la source

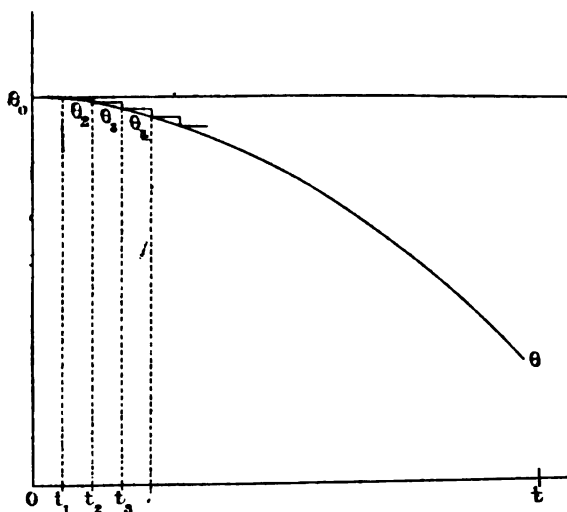


Fig. 5.

ne soit plus constante, mais obéisse à une certaine loi représentée par la courbe $\theta_0\,\theta$.

Divisons la durée d'échauffement en intervalles égaux très petits, t_1, t_2, t_3, etc.

Supposons que pendant l'intervalle t_1 la température de la source reste constante et égale à θ_0 ; que pendant l'intervalle t_2 la température de la source reste constante et égale à θ_2, valeur donnée par l'intersection de la courbe et de l'ordonnée élevée en t_1.

De même pour les autres intervalles. Nous remplaçons ainsi la courbe $\theta_0 \theta$ par une série d'échelons qui se rapprochent indéfiniment de la courbe quand les intervalles de temps deviennent infiniment petits.

Pendant la période t_1, la température de la source de chaleur restant constante, nous connaissons la loi des températures dans le solide. En particulier, l'état final de cette période est donné par l'équation :

$$(5) \qquad \theta_0 - V_1 = \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1}.$$

Considérons maintenant la période t_2 indépendamment de la période t_1, c'est-à-dire en prenant l'origine de t_2 pour origine du temps. On aura l'état initial du solide en formant la valeur de $\theta_2 - V_1$. On a :

$$\theta_2 - V_1 = \theta_0 - V_1 - (\theta_0 - \theta_2).$$

L'état initial est donc connu au moyen de l'équation (5) et on peut former les valeurs des coefficients a qui doivent entrer dans l'expression de θ_2 — V.

On a ainsi :

$$a = \frac{4n}{2nX + \sin 2nx}\int_0^X (\theta_2 - V_1)\cos nx\,dx,$$

$$a = \frac{4n}{2nX + \sin 2nX}\left[\int_0^X (\theta_0 - V_1)\cos nx\,dx - \int_0^X (\theta_0 - \theta_2)\cos nx\,dx\right],$$

$$a = \frac{4n}{2nX + \sin 2nX}\int_0^X \cos nx\,dx \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2 t_1}$$
$$- \frac{4n}{2nX + \sin 2nX}\int_0^X (\theta_0 - \theta_2)\cos nx\,dx.$$

En vertu du lemne, démontré dans le paragraphe précédent, la première partie de la valeur de θ_2 — V, qu'on formera à l'aide des premiers termes des valeurs de a,

est équivalente à l'expression :

$$\sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx dx}{2nX+\sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2(t_1+\tau)}.$$

Par conséquent on a pour la valeur de $\theta_2 - V$:

$$\theta_2 - V = \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx dx}{2X+\sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2(t_1+\tau)}$$
$$-\sum \frac{4(\theta_0-\theta_1)\sin nX}{2nX+\sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2\tau}.$$

Dans cette expression l'origine du temps variable, τ, est l'origine de la période t_2.

Pour connaître l'état du solide à la fin de l'intervalle t_2, il suffit de faire $\tau = t_2$ dans l'expression ci-dessus. On obtient ainsi l'état initial de la période suivante t_3.

Considérons maintenant la période t_3 pendant laquelle la source est à la température θ_3.

L'état initial de cette période est la valeur de $\theta_3 - V_2$. On a :

$$\theta_3 - V_2 = \theta_2 - V_2 - (\theta_2 - \theta_3).$$

La valeur des coefficients a est donnée par les équations :

$$a = \frac{4n}{2nX+\sin 2nX}\left[\int_0^X (\theta_2 - V_2)\cos nx dx - \int_0^X (\theta_2-\theta_3)\cos nx dx\right],$$

$$a = \frac{4n}{2nX+\sin 2nX}\int_0^X \cos nx dx \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx dx}{2nX+\sin 2nX} \times \cos nx e^{-kn^2(t_1-t_2)}$$
$$-\frac{4n}{2nX+\sin 2nX}\int_0^X \cos nx dx \sum \frac{4n\int_0^X(\theta_0-\theta_2)\cos nx dx}{2nX+\sin 2nX} \times \cos nx e^{-kn^2t_2}$$
$$-\frac{4n}{2nX+\sin 2nX}\int_0^X (\theta_2-\theta_3)\cos x dx.$$

En vertu du lemne, la première partie de la valeur de $\theta_3 - V$, qu'il faut former avec le premier terme de la

valeur de a, est équivalente à l'expression :

$$\sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2(t_1+t_2+\tau)}.$$

La deuxième partie de la valeur de $\theta_3 - V$ peut s'écrire :

$$-\sum \frac{4(\theta_0-\theta_2)\sin nX}{2nX+\sin 2nx}\cos nx e^{-kn^2(t_2+\tau)}.$$

Enfin la troisième est :

$$-\sum \frac{4(\theta_2-\theta_3)\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2\tau}.$$

On peut donc écrire :

$$\theta_3 - V = \sum \frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2(t_1+t_2+\tau)}$$
$$-\sum \frac{4(\theta_0-\theta_2)\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2(t_2+\tau)}$$
$$-\sum \frac{4(\theta_2-\theta_3)\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2\tau}.$$

Dans cette expression la variable τ doit être comptée à partir de l'origine de t_3.

On voit facilement, sans qu'il soit utile d'insister, quelle est la loi de formation des valeurs de $\theta_4 - V$, $\theta_5 - V$ ..., $\theta_n - V$.

L'expression générale est la suivante :

$$(6)\quad \begin{cases} \theta_n - V = \sum \dfrac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX+\sin 2nX} \\ \qquad\times \cos nx e^{-kn^2(t_1+t_2+\ldots+t_{n-1}+\tau)} \\ \qquad -\sum \dfrac{4(\theta_0-\theta_2)\sin nX}{2nX+\sin 2nX} \\ \qquad\times \cos nx e^{-kn^2(t_2+t_3+\ldots+t_{n-1}+\tau)} \\ \qquad -\sum \dfrac{4(\theta_2-\theta_3)\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2(t_3+\ldots+t_{n-1}+\tau)} \\ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad -\sum \dfrac{4(\theta_{n-2}-\theta_{n-1})\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2(t_{n-1}+\tau)} \\ \qquad -\sum \dfrac{4(\theta_{n-1}-\theta_n)\sin nX}{2nX+\sin 2nX}\cos nx e^{-kn^2\tau}. \end{cases}$$

Cette équation donne la loi de la propagation de la chaleur dans le solide à partir du commencement de la période t_n, pendant laquelle la température de la source reste constante et égale à θ_n.

Supposons maintenant que chacune des périodes soit infiniment petite. Alors, si la courbe des températures de la source est continue, toutes les différences $\theta_0 - \theta_2$, $\theta_2 - \theta_3$, etc., sont infiniment petites et égales à $d\theta$.

Nous allons voir ce que devient l'équation (6). Posons :

$$\frac{4n\int_0^X F(x)\cos nx\,dx}{2nX + \sin 2nX} = A,$$

$$\frac{4d\theta \sin nX}{2nX + \sin 2nX} = \alpha d\theta.$$

Nous considérerons l'expression de $\theta_{n+1} - V$ au lieu de $\theta_n - V$ de l'équation (6) et nous donnerons aux quantités $t_2, t_3 \ldots, t_n$ une signification différente de celle donnée jusqu'ici. Ces quantités représenteront le temps écoulé depuis l'origine de la période t_1 jusqu'à la fin de la période indiquée par l'indice. Ainsi t_2 désignera désormais le temps exprimé précédemment par $t_1 + t_2$ et t_n désignera le temps exprimé précédemment par $t_1 + t_2 + \ldots, + t_n$. En mettant en facteur le terme commun $\cos nx e^{-Kn^2\tau}$, la formule générale s'écrit alors :

$$\theta_{n+1} - V = \sum \Big[A e^{-kn^2 t_n} - \alpha d\theta e^{-kn^2(t_n - t_1)} - \alpha d\theta e^{-kn^2(t_n - t_2)} - \ldots$$
$$- \alpha d\theta e^{-kn^2(t_n - t_{n-1})} - \alpha d\theta\Big] \cos nx e^{-kn^2\tau}.$$

Or les périodes en lesquelles nous avons divisé le temps t_n étant en nombre infini et chacune d'elles étant égale à $d\tau$, on a :

$$\begin{aligned} t_1 &= d\tau, \\ t_2 &= 2d\tau, \\ t_3 &= 3d\tau, \\ &\ldots\ldots \\ &\ldots\ldots \\ t_n &= d\tau \times \infty. \end{aligned}$$

On voit alors que la somme des termes négatifs du facteur entre parenthèses de $\theta_{n+1} - V$ n'est autre que :

$$\int_0^{t_n} \alpha d\theta e^{-kn^2(t_n-\tau)},$$

θ étant une fonction du temps, on a :

$$d\theta = \psi(\tau)d\tau.$$

Alors la formule générale s'écrit :

$$(7) \left\{ \begin{aligned} \theta_{n+1} - V = \sum \Big(& A e^{-kn^2 t_n} \\ & - \int_0^{t_n} \alpha d\theta e^{-kn^2(t_n-\tau)} \Big) \cos nx e^{-kn^2\tau'}. \end{aligned} \right.$$

Dans cette formule τ représente un temps quelconque compris entre 0 et t_n, τ' représente un temps quelconque compté à partir de t_n.

L'équation (7) donne la loi des températures dans le solide soumis à partir du temps t_n à une source de chaleur constante θ_n, ce solide ayant été soumis pendant le temps compris entre 0 et t_n à une source de chaleur à température variable représentée par la courbe $\theta_0 \theta_n$.

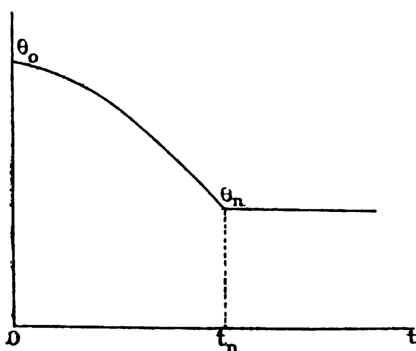


Fig. 6.

Pour avoir l'état du solide, au temps t_n, il suffit de faire $\tau' = 0$ dans l'équation (7). Par conséquent cette équation résout le problème de l'échauffement d'un solide soumis à une source de chaleur à température variable.

L'équation (7) est très compliquée. Cependant, grâce à des méthodes dont le développement dépasserait le cadre de ce mémoire, on peut calculer assez facilement

les températures d'une paroi soumise à une source de chaleur quelconque, ainsi que les quantités de chaleur transmises.

Le problème de la propagation de la chaleur dans la paroi d'un cylindre qui peut, comme nous l'avons reconnu précédemment, être assimilée au mur indéfini que nous avons jusqu'ici considéré, est donc résolu complètement dans toute sa généralité.

X. *Détermination du coefficient* h.

Pour que la théorie précédente puisse recevoir une application pratique, il faut connaître *h*, le coefficient de conductibilité extérieure du métal qui compose la paroi d'un cylindre, et il faut, en outre, que ce coefficient soit le même pour toutes les machines à vapeur saturée. Ce dernier point est capital. On est conduit à supposer qu'il en est ainsi si on remarque que, dans toutes les machines, on a le même fluide — de la vapeur saturée — évoluant en présence d'un même métal, fer, fonte ou acier, dont la surface est toujours dans le même état de poli.

Il ne faut pas non plus que *h* dépende de l'écart des températures, c'est-à-dire qu'il faut voir si cet écart est toujours assez faible pour que la loi de Newton soit vraie. Il en est bien ainsi dans les machines à vapeur. D'abord l'écart des températures entre les parois et la vapeur n'est presque jamais supérieur à 50 ou 60°. C'est encore trop pour que *h* soit constant; mais, d'après l'exemple que nous donnons (*fig.* 1, Pl. XIV) de la loi des températures sur la paroi, on voit que l'écart qui est à l'origine de 68° n'est plus que de 36° au bout de 1/10e de seconde; cet écart diminue donc très rapidement. L'exemple choisi, qui s'applique à une machine à condensation, est un des cas les plus défavorables qu'on puisse rencontrer en pra-

tique, puisque la différence entre les températures de la vapeur à l'admission et à l'échappement est de près de 100°, ce qui n'arrive jamais, par exemple, dans le cas d'échappement à l'air libre. Les écarts de température notables ne durent qu'un temps très court; par suite, quand même h varierait sensiblement avec ces écarts, cette variation n'aurait qu'une faible influence sur les échanges de chaleur.

Pour calculer h, nous avons appliqué la théorie aux expériences de Hirn sur la machine du Logelbach (expériences du 28 novembre 1873 et du 7 septembre 1875), et aux expériences de M. Willans sur la Central valve engine (voir la *Revue industrielle de Mulhouse* et la *Revue universelle de Liège*). Dans ces expériences, faites avec le plus grand soin, on a déterminé exactement les quantités de chaleur absorbées et restituées par les parois. Les expériences de Hirn ont été faites sur une machine à condensation, dont le cylindre a un diamètre de $0^m,605$ et une longueur de $1^m,702$; la vitesse était de 30,4 tours à la minute. Les expériences de M. Willans ont été faites sur une petite machine, à grande vitesse, sans condensation, dont le cylindre a un diamètre de $0^m,3556$ et une longueur de $0^m,1524$. La vitesse a été de 110,5 tours et de 408,4 tours à la minute. On voit que les conditions de ces expériences ont été très différentes au point de vue des dimensions du cylindre, de la vitesse, du mode d'admission de la vapeur, de l'échappement, du degré d'admission (15 et 25 p. 100 dans les expériences de Hirn, 43,7 p. 100 dans celles de M. Willans).

D'après le nombre de calories cédées aux parois pendant l'admission, nous avons calculé h et trouvé que ce coefficient, c'est-à-dire le nombre de calories qui traverse 1 mètre carré de surface d'une paroi intérieure de cylindre, pour une différence de température de 1° et pendant une seconde, est de :

6calories,6 pour la machine de Hirn,
6,9 et 7 calories pour la machine de M. Willans.

Le coefficient de conductibilité intérieure du fer, rapporté aux mêmes unités, c'est-à-dire le nombre de calories qui traverse une lame ayant 1 mètre carré de surface, $0^{m},001$ d'épaisseur, pour une différence de 1°, en une seconde, est de 16,5 calories. En rapprochant les deux coefficients, on voit que le coefficient de conductibilité extérieure n'a rien d'excessif. Des expériences exécutées dans des conditions très différentes donnant le même résultat, on peut en conclure que le coefficient h est constant, non seulement pour la même machine, mais pour toutes les machines à vapeur saturée.

Pour les machines à vapeur surchauffée, ce coefficient est moins élevé, tant que la vapeur reste surchauffée. Ce qui augmente sa valeur, c'est la présence d'une certaine proportion d'eau dans la vapeur et d'un peu de rosée sur les parois. D'ailleurs la plus ou moins grande quantité de cette rosée ne paraît pas avoir d'influence sur le coefficient, car dans les deux expériences de Willans à 110 tours et à 408 tours, on a trouvé le même coefficient, bien qu'il y eut $6^{gr},3$ de vapeur condensée dans la première, et seulement $2^{gr},8$ dans la seconde, pour la même étendue de parois condensantes, puisque le degré d'admission était le même.

On peut aussi conclure, de ce qui précède, que les effets thermiques qui se produisent dans les cylindres sont dus uniquement à l'action des parois. Sinon la constance du coefficient de conductibilité extérieure serait invraisemblable.

D'après les résultats indiqués ci-dessus, on peut attribuer à ce coefficient la valeur de 6,8 calories.

CHAPITRE II.

THÉORIE DES DIAGRAMMES DES PRESSIONS.

XI. *Observations générales.*

La théorie mathématique des échanges de chaleur entre la vapeur et les parois permet de calculer rigoureusement ces échanges, pourvu que l'on connaisse le diagramme des températures de la vapeur. Ce diagramme se déduit facilement du diagramme des pressions obtenu à l'aide de l'indicateur. Or, pour prendre avec l'indicateur des diagrammes, il faut faire une série d'observations qui ne sont ni toujours faciles, ni rigoureusement exactes. Il y a donc lieu de rechercher si on ne pourrait pas construire théoriquement des diagrammes approchés tout aussi exacts que ceux de l'indicateur.

Il faut d'abord remarquer que certaines erreurs, même notables, commises sur les diagrammes, n'ont qu'une faible influence sur le calcul des échanges de chaleur. Considérons, en effet, la *fig.* 7 et la *fig.* 1 de la Pl. XIV ou les axes OX, OY représentent les temps et les températures.

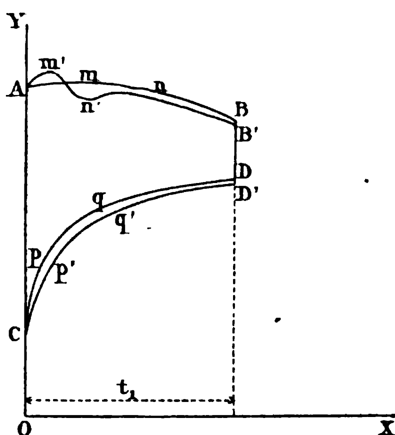


Fig. 7.

La ligne A*mn*B est le diagramme des températures de la vapeur et C*pq*D est celui des températures à la surface des parois couvercle. La quantité de chaleur cédée

à ces dernières pendant l'admission est mesurée par la surface $AmnBCpqD$ qui représente, t_1 étant la durée de l'admission :

$$\int_0^{t_1} (\theta - T)dt.$$

Supposons maintenant que la partie AB du diagramme ne soit pas exacte et qu'en réalité, elle doive être remplacée par la ligne $Am'n'B'$. La courbe des températures sur les parois est alors $Cp'q'D'$ et la chaleur échangée est mesurée par l'aire $Am'n'B'Cp'q'D'$. On voit que cette aire ne peut différer que très peu de la première et qu'on ne commet qu'une faible erreur en prenant l'une pour l'autre. Ce fait s'explique aisément si on remarque que, pour qu'une modification du diagramme des températures de la vapeur ait une influence sensible sur les échanges de chaleur, il faut que cette modification ait une durée relative assez grande, les échanges de chaleur étant fonction du temps. La méthode par laquelle on obtient ces échanges de chaleur comporte donc une précision très satisfaisante, même si les diagrammes des températures de la vapeur ne sont qu'approchés.

Nous allons voir du reste qu'on peut tracer ces diagrammes avec une très grande exactitude.

XII. *Période d'admission.*

Nous supposerons connue la pression de la vapeur dans la boîte du tiroir. Cette pression est égale, à 1/2 kilogramme près, à celle de la chaudière quand la valve du régulateur est ouverte en grand. Dans tous les cylindres, où il y a une avance à l'admission suffisante, on peut admettre que la pression dans l'espace libre est, au début de la course du piston, égale à la pression dans la boîte du tiroir. Pendant l'admission, la pression de la vapeur dans le cylindre ne dépend que de la vitesse de la

vapeur aux lumières, laquelle dépend elle-même de la section des lumières, de la vitesse, de l'espace engendré par le piston et de la quantité de vapeur qui se condense sur les parois. Si on peut établir une relation entre ces divers éléments, on saura trouver, à chaque instant, la pression de la vapeur pendant l'admission.

Zeuner a donné la formule de l'écoulement adiabatique de la vapeur, d'un récipient à la pression p_1 dans un autre récipient à la pression p_2.

Soient :

t_1, $T_1 = 273 + t_1$, r_1, x_1, la température, la chaleur de vaporisation et la proportion de vapeur sèche de la vapeur contenue dans le premier récipient;
t_2 la température de la vapeur dans le second récipient;
w la vitesse de la vapeur.

La formule de Zeuner est :

$$w = 91{,}2\sqrt{r_1 x_1 \frac{t_1 - t_2}{T_1}}. \tag{1}$$

Nous pouvons appliquer cette formule à l'écoulement de la vapeur de la boîte du tiroir dans le cylindre, car cet écoulement ayant lieu avec des vitesses de plusieurs centaines de mètres à la seconde, comme le calcul l'indique, peut être supposé adiabatique.

Dans la formule (1), les quantités w et t_2 sont inconnues.

La proportion de vapeur sèche x_1 est aussi inconnue. Mais il résulte de nombreuses expériences, de celles de Hirn notamment, que, quand la prise de vapeur est bien disposée, le degré d'humidité de la vapeur est faible et varie de 2 à 5 p. 100. Nous admettrons donc $x_1 = 0{,}98$. Du reste, une légère variation de x_1 ne modifie les résultats obtenus pour la vitesse W que d'une façon inappréciable.

Considérons le piston à un moment quelconque τ de sa

course pendant la période d'admission. A ce moment, le volume occupé par la vapeur est v et la densité, d'ailleurs inconnue, de la vapeur est γ; de sorte que la masse de vapeur contenue dans le cylindre est $v\gamma$. Supposons que le piston se déplace d'une quantité infiniment petite pendant le temps $d\tau$; le volume devient $v + dv$ et la densité diminuée de $d\gamma$ n'est plus que $\gamma - d\gamma$. Par suite, la masse de vapeur contenue dans le cylindre, au bout du temps $\tau + d\tau$, est :

$$(v + dv)(\gamma - d\gamma).$$

Cette masse de vapeur est égale à celle qui se trouvait dans le cylindre, à la fin du temps τ, augmentée de la quantité de vapeur qui est entrée pendant le temps $d\tau$ et diminuée de la quantité de vapeur condensée par suite de l'action des parois pendant ce même temps.

Si w et ω sont la vitesse de la vapeur et la section de la lumière d'admission au temps τ,

t_1 et γ_1, la température et la densité de la vapeur dans la boîte du tiroir,

la quantité de vapeur iutroduite pendant le temps $d\tau$, est :

$$\gamma w \omega d\tau,$$

et on a :

$$w = 91{,}2\sqrt{0{,}98 r_1 \frac{t_1 - t}{T_1}}.$$

Soit, d'autre part, $d\varepsilon$ la quantité de vapeur condensée pendant le temps $d\tau$.

On a alors la relation :

$$(v + dv)(\gamma - d\gamma) = v\gamma + \gamma\omega w d\tau - d\varepsilon,$$

ou :

$$(2) \qquad \gamma dv = v d\gamma + \gamma\omega w d\tau - d\varepsilon.$$

Dans cette équation différentielle, v et ω sont des fonctions du temps; w et ε sont des fonctions du temps et

de l'état de la vapeur, c'est-à-dire de γ. Donc finalement, cette différentielle constitue la relation fondamentale qui existe entre l'état de la vapeur et le temps.

Si l'équation (2) pouvait être résolue, on aurait la solution exacte du problème. Mais elle n'est pas intégrable et, par suite, on ne peut trouver que des solutions approximatives qui permettront, du reste, comme nous allons le voir, de déterminer γ avec telle approximation qu'on voudra.

On aura une première solution approximative en faisant, dans l'équation (2), l'hypothèse que $d\gamma = 0$, que $d\varepsilon = 0$ et en remplaçant dans le terme $\gamma \omega w d\tau$ le facteur γ par sa valeur approchée γ_1, densité de la vapeur dans la boîte du tiroir.

Cette équation devient alors :

$$\gamma dv = \gamma_1 \omega w d\tau. \tag{3}$$

Exprimons dv et $d\tau$ en fonction d'une même variable, l'angle de manivelle α..

Si on appelle

v_0 le volume de l'espace libre,
Ω la section du cylindre,
C la course du piston,

on a :

$$v = v_0 + \frac{\Omega C}{2}(1 - \cos\alpha);$$

d'où :

$$dv = \frac{\Omega C}{2} \sin\alpha d\alpha.$$

En appelant n, le nombre de tours par seconde, on a pour le temps τ compté en secondes :

$$\tau = \frac{\alpha}{2\pi n},$$

d'où :

$$d\tau = \frac{d\alpha}{2\pi n},$$

Nous portons dans (3) les valeurs de dv et de $d\tau$, en remplaçant également w par sa valeur.

Il vient alors :

$$\gamma \frac{\Omega C}{2} \sin\alpha d\alpha = \gamma_1 \omega 91{,}2 \sqrt{r_1 x_1 \frac{t_1 - t}{T_1}} \frac{d\alpha}{2\pi n}.$$

En élevant au carré et en posant :

$$K^2 = \frac{T_1}{\overline{91{,}2}^2 r_1 x_1},$$

cette équation devient :

$$(4) \qquad \gamma^2 = \left(\frac{\gamma_1}{\pi n K \Omega C} \frac{\omega}{\sin\alpha}\right)^2 (t_1 - t).$$

Elle donne une relation entre la densité γ de la vapeur et sa température t. Il y a une autre relation entre ces quantités, qui est fournie par la thermodynamique. Il est donc possible de trouver γ et t.

On peut le faire par des constructions géométriques simples, en remarquant que l'équation (4) représente une parabole dont le paramètre est :

$$2p = \left(\frac{\gamma_1}{\pi n K \Omega C} \frac{\omega}{\sin\alpha}\right)^2.$$

Si on calcule pour une valeur donnée de α le terme variable $\frac{\omega}{\sin\alpha}$ de ce paramètre, on obtiendra facilement la valeur $2p$ et on pourra construire la parabole correspondante.

Prenons deux axes rectangulaires :

OO_1 axe des températures,
$O\gamma$ axe des densités.

Portons :

$$OO_1 = t_1.$$

Si on prend O comme origine des abscisses, un point P

de OO_1 représentera la température t; et si on prend O_1 comme origine, le même point P représentera $t_1 - t$. Dès lors la parabole exprimée par l'équation (4) a son sommet en O_1 et est telle que O_1mn.

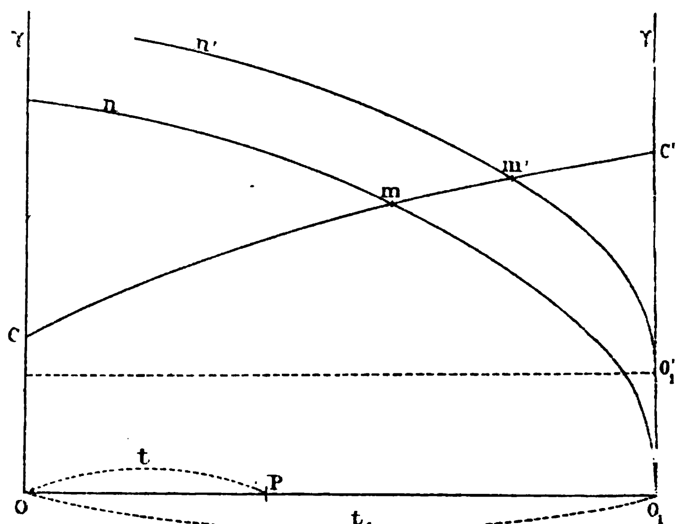


Fig. 8.

D'autre part, construisons, d'après les tables données dans les traités de thermodynamique la courbe $Cmm'C'$, donnant la valeur de γ pour chaque valeur de t.

Le point d'intersection m de la courbe CC' et de la parabole, donne la valeur cherchée de γ.

En construisant une série de paraboles, pour diverses valeurs de α, on obtient pour chacune d'elles une valeur de γ.

Avec ces valeurs de γ et en prenant pour abscisses les longueurs parcourues par le piston, proportionnelles aux volumes engendrés, on peut construire une courbe, AB. Cette courbe est telle qu'au point A, fin de l'admission, l'ordonnée est nulle, puisque dans l'équation (4), $\omega = 0$.

La surface comprise entre cette courbe AB, les axes et une ordonnée quelconque MP, est proportionnelle à la quantité de vapeur admises pendant que le piston parcourt le chemin OP.

Par conséquent, la quantité de vapeur présente dans le cylindre, quand le piston est en P se compose de la vapeur admise, calculée en prenant l'aire OBMP, et de la vapeur qui remplissait l'espace libre au commencement de la course. En divisant la masse de vapeur ainsi déterminée par le volume du cylindre pour la position P du piston, on obtient la densité réelle de la vapeur pour l'instant considéré. On obtient ainsi une série de valeurs de la densité, qui permettent de construire par points la courbe BA′.

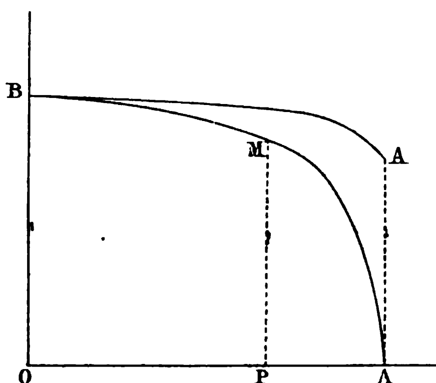


Fig. 9.

Cette courbe constitue, en première approximation, le diagramme des densités de la vapeur pendant l'admission, duquel on peut déduire, à l'aide des tables de la thermodynamique, le diagramme des pressions et celui des températures.

Au lieu de prendre comme abscisses les longueurs parcourues par le piston, on peut prendre les angles α de la manivelle, c'est-à-dire, des quantités proportionnelles au temps, et construire avec les abscisses α la courbe approchée des densités de la vapeur. La tangente en un point quelconque de cette courbe donne la valeur de $\frac{d\gamma}{d\alpha}$.

De même, en construisant d'après la courbe approchée des densités, la courbe approchée des températures, on peut calculer les échanges de chaleur entre la vapeur et les parois et en déduire les quantités de vapeur condensée, que nous avons désignées plus haut par ε. Par conséquent on connaîtra $\frac{d\varepsilon}{d\alpha}$.

En portant les valeurs ainsi trouvées dans l'équation différentielle (2), elle devient :

$$\gamma dv = v \frac{d\gamma}{d\alpha} d\alpha + \gamma_1 \omega w d\tau - \frac{d\varepsilon}{d\alpha} d\alpha,$$

ou en remplaçant dv et $d\tau$ par leurs valeurs en fonction de α :

$$\gamma \frac{\Omega C}{2} \sin \alpha d\alpha = v \frac{d\gamma}{d\alpha} d\alpha + \gamma_1 \omega w \frac{d\alpha}{2\pi n} - \frac{d\varepsilon}{d\alpha} d\alpha.$$

En faisant passer dans le premier membre le premier et le troisième terme du second membre, on voit que cette équation est de la forme :

$$(\gamma - A)^2 = 2P(t_1 - t).$$

Elle représente, pour chaque valeur de l'angle α, une certaine parabole qui a son sommet sur l'axe $O_1\gamma$ de la *fig.* 8, à une distance de O_1 égale à A, et dont l'axe est parallèle à OO_1. Cette parabole est telle que $O'_1 m' n'$. A chaque valeur de α correspond une parabole analogue, et les points d'intersection de ces paraboles avec la courbe CC′ donnent une série de valeurs des densités, γ, qui permettent, comme nous l'avons vu précédemment, de construire le diagramme des densités de la vapeur. Ce nouveau diagramme constitue une deuxième approximation.

On voit qu'en procédant à une série de constructions géométriques, on peut déterminer théoriquement avec telle approximation qu'on veut le diagramme des densités et en déduire celui des pressions de la vapeur.

On remarquera qu'en général la première approximation, qu'on obtient rapidement, pourra être considérée comme suffisante. En effet, les erreurs qu'on commettra seront faibles, parce que, d'une part l'influence du terme $vd\gamma$ de l'équation (2) ne se fait sentir que vers la fin de l'admission, quand le laminage de la vapeur commence aux lumières par suite de la diminution de leur section, et que, d'autre part, la valeur de la quantité de vapeur condensée ε ne s'accroît que très peu vers la fin de l'admission.

XIII. *Période de détente.*

Pour la détente, le moyen le plus simple et le plus rapide consiste à prendre la courbe des pressions donnée par la loi de Mariotte, $pv =$ constante.

On pourrait aussi adopter la loi de la détente adiabatique de Zeuner, $pv^{\mu} =$ constante. Mais il faut remarquer que la loi de Mariotte est plus rapprochée de la réalité que celle de Zeuner, surtout vers la fin de la détente. En effet, au début et pendant une partie de la détente, en général assez courte, la vapeur cède de la chaleur aux parois, comme pendant l'admission. Par conséquent pendant cette première partie, la courbe vraie des pressions se trouve au-dessous de la courbe de Zeuner. Mais pendant le reste de la détente, les parois restituent de la chaleur à la vapeur, ce qui a pour effet de relever la courbe vraie des pressions au-dessus de la courbe de Zeuner. Par suite, la courbe de Mariotte constitue la représentation la plus exacte en même temps que la plus simple du phénomène.

Il serait d'ailleurs possible d'obtenir une approximation plus grande.

L'étude de la période d'admission fait connaître l'état de la vapeur à la fin de l'admission et, en admettant,

comme loi approximative de la détente, la courbe de Mariotte, on peut trouver, avec une approximation suffisante, les quantités Q de chaleur échangées avec les parois et construire la courbe des échanges, en prenant comme abscisses les angles de manivelle. On déduit alors de cette courbe, les valeurs de $\frac{dQ}{d\alpha}$.

La loi exacte de la détente d'une vapeur humide est l'équation différentielle :

$$dQ = \left[K + \frac{T}{E}\frac{d^2p}{dt^2}(v - \sigma)\right]dt + \frac{r}{u}\,dv,$$

où

K est la chaleur spécifique de l'eau;
t, $T = 273 + t$, p, la température et la pression de la vapeur;
v le volume de 1 kilogramme du mélange d'eau et de vapeur à t degrés;
σ le volume de 1 kilogramme d'eau à t degrés;
u l'augmentation de volume qu'éprouve 1 kilogramme d'eau en se vaporisant à t degrés;
r la chaleur de vaporisation de 1 kilogramme d'eau à t degrés;
E l'équivalent mécanique de la chaleur.

Cette équation différentielle n'est pas intégrable, mais elle permet de trouver t par approximations successives.

En effet, on supposera d'abord que la vapeur obéit à la loi de Mariotte, ce qui donne une relation entre t et α. On écrit alors la différentielle comme il suit :

$$\frac{dQ}{d\alpha} = \left[K + \frac{T}{E}\frac{d^2p}{dt^2}(v - \sigma)\right]\frac{dt}{d\alpha} + \frac{r}{u}\frac{dv}{d\alpha}.$$

On considère tous les termes de cette équation comme connus, sauf $\frac{dt}{d\alpha}$. On résout alors par rapport à $\frac{dt}{d\alpha}$ et on obtient ainsi, en deuxième approximation, la valeur de t en fonction de α.

On peut finalement, par ce procédé, déterminer le

diagramme des températures, pendant la détente, avec telle approximation qu'on voudra.

XIV. *Période d'échappement.*

Pendant la période d'échappement, la pression de la vapeur dans le cylindre dépend de l'espace engendré par le piston, de la quantité de vapeur qui s'écoule par les lumières, c'est-à-dire de la vitesse de la vapeur aux lumières et de la quantité de vapeur qui résulte des revaporisations produites par la chaleur restituée par les parois.

Dans la plupart des machines, il y a de l'avance à l'échappement, et la partie du diagramme des pressions qu'il y a le plus d'intérêt à calculer est celle qui correspond à l'avance à l'échappement. Pendant cette période, le volume occupé par la vapeur augmente, tandis qu'il diminue pendant l'échappement proprement dit.

Supposons que l'avance à l'échappement commence pour un angle, α_1, de la manivelle, et voyons ce qui s'est passé lorsque la manivelle est à l'angle $\alpha > \alpha_1$.

Si la loi des pressions dans le cylindre et dans le tuyau ou réservoir d'échappement était connue, on pourrait calculer à chaque instant la vitesse de la vapeur aux lumières et, par suite, la quantité totale de la vapeur écoulée serait :

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha} \gamma' \omega w \frac{d\alpha}{2\pi n}.$$

D'autre part, en supposant connue la loi des températures de la vapeur, on pourrait calculer la chaleur cédée par les parois et en déduire la quantité ε de vapeur produite.

Ce serait :

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha} \frac{d\varepsilon}{d\alpha} d\alpha.$$

Alors la quantité de vapeur présente dans le cylindre pour l'angle α serait égale à la quantité de vapeur présente à la fin de la détente, diminuée de la quantité écoulée et augmentée de la quantité revaporisée. Donc, en appelant v_1 et γ_1 le volume et la densité de la vapeur à la fin de la détente, on aurait :

$$v\gamma = v_1\gamma_1 - \int_{\alpha_1}^{\alpha} \gamma' \omega w \frac{d\alpha}{2\pi n} + \int_{\alpha_1}^{\alpha} \frac{d\varepsilon}{d\alpha} d\alpha.$$

Si le deuxième membre de cette équation était connu, on pourrait obtenir l'inconnue, γ, du premier membre.

Pour résoudre cette équation par approximations successives, il faudrait connaitre une loi approchée des pressions de la vapeur, pendant l'avance à l'échappement, dans le cylindre et dans le réservoir d'échappement. Or, aucune loi suffisamment approximative n'étant connue, cette méthode ne pourrait donner que des résultats incertains par des procédés peu rapides.

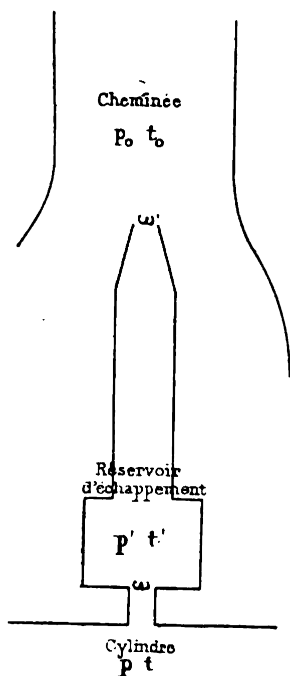


Fig. 10.

Il vaut mieux ne faire aucune hypothèse préalable et calculer successivement les pressions de la vapeur en divisant l'angle décrit par la manivelle en fractions suffisamment petites, de 3 ou 4 degrés par exemple. Alors en partant de l'état initial connu, la fin de la détente, on pourra calculer tous les éléments du problème.

Nous supposerons qu'il s'agit d'une machine sans con-

densation et nous admettrons d'abord, pour simplifier, qu'on peut négliger la quantité de vapeur produite par la revaporisation.

La pression et la température dans le cylindre sont p et t, dans le réservoir d'échappement p' et t'. Dans la cheminée la pression, p_0, est supposée égale à la pression atmosphérique.

Les vitesses de la vapeur à la lumière d'échappement et à la section d'échappement sont données par la formule de Zeuner. Ce sont :

$$w = 91{,}2\sqrt{rx\frac{t-t'}{T}},$$

$$w' = 91{,}2\sqrt{r'x'\frac{t'-t_0}{T'}}.$$

Par suite, la masse de vapeur qui s'écoule par la lumière d'échappement est, pendant le temps $\delta\tau$:

$$m = \gamma'\omega w\delta\tau;$$

et celle qui s'écoule par la section de l'échappement est :

$$m' = \gamma\omega' w'\delta\tau.$$

La différence $m - m'$ donne la quantité de vapeur qui est venue s'ajouter à celle qui se trouvait déjà dans le réservoir d'échappement. Elle permet donc de calculer l'accroissement de la pression dans ledit réservoir pendant le temps $\delta\tau$.

De même, connaissant la masse de vapeur qui est sortie du cylindre, on peut en déduire celle qui reste et, en la divisant par le volume, on aura la pression, la température et la densité de la vapeur au début de l'instant suivant.

Dans le premier instant qui suit la fin de la détente, la pression de la vapeur dans le cylindre est celle de la fin de la détente; dans le réservoir d'échappement, elle peut être supposée égale à la pression atmosphérique.

On a donc tous les éléments nécessaires pour calculer ce qui se passe pendant ce premier instant. Puis on passera au suivant de la façon exposée ci-dessus et ainsi de suite de proche en proche.

Cette méthode nécessite des calculs un peu longs, mais elle permet de calculer avec beaucoup d'exactitude la loi des pressions dans le cylindre et, en même temps, dans le réservoir d'échappement, ce qui fait connaitre la contre-pression et permet aussi de trouver la dépression dans la boîte à fumée.

Ces calculs peuvent être poursuivis pendant l'échappement proprement dit, c'est-à-dire pendant la course rétrograde du piston. Mais, dans les machines à deux cylindres, dans les locomotives, par exemple, ils sont inutiles. En effet, quand, pendant la course rétrograde dans le premier cylindre, la manivelle se rapproche de la position à 90 degrés, l'avance à l'échappement commence dans le second cylindre et produit dans le tuyau d'échappement une contre-pression que nous savons calculer et qui se répercute sur le premier cylindre. Dans celui-ci, la courbe des pressions qui s'était rapprochée de la ligne atmosphérique au début de la course rétrograde, se relève bientôt pour atteindre et dépasser légèrement la courbe de la contre-pression dans le tuyau d'échappement. On connait donc exactement la courbe des pressions pendant la plus grande partie de la course rétrograde. Il est nécessaire, toutefois, de calculer la dernière partie de cette courbe, à la fin de l'échappement, car elle se relève à ce moment, parce que la compression commence à avoir de l'effet, dès que commence à se produire le laminage de la vapeur à la lumière d'échappement.

Les divers effets qui résultent du laminage de la vapeur, tant à l'admission qu'à l'échappement, sont dus à ce que les orifices d'admission et d'échappement ne s'ouvrent ni ne se ferment assez rapidement. Cet inconvé-

nient est surtout sensible avec les distributions par coulisses pour les longues détentes.

XV. *Période de compression.*

La courbe des pressions, pendant la compression, s'établit de la même façon que pendant la détente. Comme, pour la détente, la courbe de Mariotte est plus rapprochée de la réalité que la courbe de Zeuner, parce que, pendant une grande partie de la période de compression, la vapeur cède de la chaleur aux parois.

XVI. *Conclusions.*

On voit, en résumé, qu'on peut construire théoriquement des diagrammes des pressions de la vapeur dans les cylindres d'une machine, aussi approchés qu'on le veut de la réalité. Pour cela, il suffit qu'on connaisse les phases de la distribution et les ouvertures des lumières produites à chaque instant par les organes de la distribution, tiroirs ou soupapes. On trouve les déplacements des organes de la distribution soit par la méthode purement graphique dite des gabarits, due à MM. Coste et Maniquet, soit en construisant des modèles en bois de la distribution. Quand on connaît la distribution et les dimensions principales d'une machine, qu'elle existe ou non, on peut construire théoriquement les diagrammes vrais des pressions pour une allure quelconque et les diagrammes des échanges de chaleur avec les parois. De ces diagrammes se déduisent, d'une part, le travail produit, d'autre part, la dépense de vapeur. On détermine ainsi exactement le rendement réel. Cette détermination permet de reconnaître l'influence des éléments donnés de la machine, d'apprécier les avantages ou les inconvénients de la distribution et d'assigner aux divers organes les dimensions qui permettent d'obtenir le maxi-

mum d'utilisation. Enfin, la théorie exposée permet aussi d'étudier, d'une façon précise, la question assez controversée des machines Compound et de voir dans quelles conditions et pour quelles causes les machines polycylindriques peuvent être supérieures aux machines monocylindriques. Nous reviendrons ultérieurement sur ce sujet.

CHAPITRE III

APPLICATION AUX LOCOMOTIVES.

XVII. *Locomotives d'express de la compagnie d'Orléans, à cylindres extérieurs et à distribution par coulisse, système Gooch.*

La théorie va être maintenant appliquée aux locomotives d'express de la compagnie d'Orléans (série 265 à 390). Nous allons déterminer la consommation de vapeur et la force développée pour différents crans de marche et pour différentes vitesses.

L'étude qui va suivre ne s'applique naturellement qu'à une machine parfaitement bien réglée, conformément aux données et en bon état. Lorsque, par suite du service prolongé d'une machine, le jeu des mécanismes est devenu exagéré, que les bandages des roues motrices se sont usés inégalement, etc., la consommation réelle doit être évidemment supérieure à celle trouvée théoriquement pour une machine en parfait état.

Les dimensions principales des locomotives d'express de la compagnie d'Orléans sont les suivantes :

	mètre
Course des pistons.	0,65
Diamètre des cylindres.	0,44
Hauteur des lumières	0,34
Largeur des lumières.	0,035
Recouvrement extérieur total.	0,052

	mètre
Recouvrement intérieur total	0,001
Rayon d'excentricité	0,055
Sinus de l'angle d'avance des excentriques. . .	0,027

Nous avons pris les phases de la distribution dans le relevé établi par la compagnie. Elles sont les suivantes pour les admissions de 20, 30 et 40 p. 100.

Marche en avant.

Durée de l'admission	$\frac{20-20}{100}$	$\frac{30-29}{100}$	$\frac{40-39}{100}$
Avancement linéaire, en millimètres . .	5 3/4	5 3/4	5 3/4
Ouverture maximum	7 — 7	9 — 8 3/4	11 1/2 — 10 3/4
Commencement de la compression . . .	$\frac{34-38}{100}$	$\frac{28-31}{100}$	$\frac{22-25}{100}$
Id. de l'échappement. . . .	$\frac{37-33}{100}$	$\frac{30-27}{100}$	$\frac{24-21}{100}$
Course, en millimètres.	66	69 3/4	74 1/4

D'après ces données et d'après la théorie précédemment exposée, nous avons construit les diagrammes théoriques des pressions dans le cylindre, en supposant que la valve du régulateur d'admission est ouverte complètement et que, par suite, la pression dans la boîte du tiroir n'est inférieure que d'un demi-kilogramme au plus au timbre de la chaudière, qui est de 10 kilogrammes.

La *fig.* 2 de la Pl. XIV donne l'exemple d'un diagramme construit théoriquement. Il s'applique à une admission de 20 p. 100 pour la vitesse de 4 tours par seconde. On voit que la pression, qui est supposée égale à $9^{kg},26$ au début de la course du piston, n'est plus, à la fin de l'admission, que $7^{kg},6$. Ce diagramme théorique ressemble tout à fait aux diagrammes pris à l'indicateur.

Les diagrammes des températures se déduisent de ceux des pressions à l'aide des tables de la vapeur d'eau saturée. Ils permettent de calculer les quantités de chaleur échangées entre la vapeur et les parois pendant une

révolution, d'où on déduit les quantités de vapeur condensées ou revaporisées.

Pour obtenir ensuite la dépense de vapeur sèche, il suffit d'ajouter la quantité de vapeur condensée pendant l'admission à la différence entre les quantités de vapeur sèche présentes dans le cylindre à la fin et au commencement de l'admission.

Ce calcul est le suivant, pour le diagramme correspondant à l'admission de 20 p. 100 et à la vitesse de 4 tours par seconde :

	kilogr.
Vapeur sèche présente à la fin de l'échappement. .	0,0362
Id. condensée pendant la compression	0,0066
Id. sèche au commencement de l'admission. . .	0,0296
Id. sèche à la fin de l'admission.	0,1036
Différence entre les quantités ci-dessus.	0,074
Quantités de vapeur condensée — pendant l'avance à l'admission.	0,005352
Quantités de vapeur condensée — Id. l'admission	0,015554
Dépense totale de vapeur sèche (obtenue en ajoutant les trois nombres ci-dessus).	0,095906
Proportion entre la vapeur condensée et le total de vapeur sèche admise.	21,9 p. 100

Dans les tableaux suivants, nous avons résumé les résultats principaux fournis par l'étude des diagrammes correspondant à des admissions de 20, 30 et 40 p. 100 et à des vitesses de 2, 3 et 4 tours par seconde, c'est-à-dire de 45, 68 et 90 kilomètres à l'heure.

I. — **Chaleur cédée aux parois pendant l'admission.**

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	calories	calories	calories
2	19,5248	23,012	23,2216
3	13,7859	14,3997	15,0388
4	10,579	10,5705	9,8868

II. — Quantités de vapeur condensées pendant l'admission.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
2	0,040502	0,04774	0,0481
3	0,028589	0,02982	0,0311
4	0,0219	0,02189	0,020559

Nous avons déjà expliqué comment on calcule la dépense de vapeur sèche. Mais, dans la réalité, la vapeur dépensée par les machines locomotives contient une proportion d'eau assez élevée. M. l'ingénieur en chef des mines Ledoux (*Méthode de calcul des charges remorquées par une locomotive*, *Revue générale des Chemins de fer*, septembre 1881), donne comme proportion d'humidité, par rapport au poids de vapeur sensible, le chiffre de 12 p. 100. Nous admettrons ce chiffre pour calculer le poids total de vapeur humide dépensée. On obtient ainsi les résultats contenus dans le tableau suivant :

III. — Dépense de vapeur humide par coup de piston.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
2	0,154819	0,21486	0,26978
3	0,126267	0,17679	0,2352
4	0,107	0,154436	0,20648

IV. — Proportion de vapeur condensée par rapport à la vapeur sèche admise.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	p. 100	p. 100	p. 100
2	27,9	23,7	19,0
3	24,1	18,0	14,1
4	21,7	15,1	10,5

V. — Dépense totale de vapeur humide, en kilogrammes, par heure.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
2	4.458,78	6.187,9	7.769,6
3	5.454,7	7.637,3	10.160.6
4	6.163,2	8.895,49	11.893,24

VI. — Travail développé par la machine, en chevaux-vapeur.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	chevaux	chevaux	chevaux
2	344,00	468,41	539,05
3	442,56	614,93	732,7
4	511,68	718,73	847,3

VII. — Consommation d'eau par cheval-heure, en kilogrammes.

VITESSE en tours par seconde	ADMISSION		
	de 20 p. 100	de 30 p. 100	de 40 p. 100
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
2	12,96	13,22	14,41
3	12,34	12,42	13,88
4	12,06	12,39	14,04

Il résulte des chiffres du dernier tableau que, dans les conditions de marche où nous nous sommes placés et qui sont habituelles dans la pratique, sauf la marche à 90 kilomètres à l'heure avec admission de 40 p. 100, la consommation par cheval-heure ne varie pas beaucoup. Elle diminue avec la vitesse, mais dans une faible mesure. Cela tient aux inconvénients que présente le laminage de la vapeur. De sorte que les avantages thermiques de

la marche à grande vitesse sont à peu près annihilés par la mauvaise influence de la distribution.

Bien que les effets thermiques dus aux parois soient moindres avec les longues admissions qu'avec les courtes, la consommation augmente quand l'admission augmente à cause de la perte due à une trop courte détente et aux contre-pressions élevées qui se produisent pendant l'échappement. Mais, en raison de ces effets thermiques, les longues admissions, même à des vitesses assez grandes, ne sont pas aussi défavorables qu'on pourrait le croire tout d'abord en ne considérant que la mauvaise utilisation de la vapeur.

XVIII. *Comparaison entre les résultats théoriques et les résultats obtenus dans la pratique.*

Il est intéressant d'examiner si les consommations théoriques sont d'accord avec celles qu'on constate dans le service courant. Malheureusement cette recherche ne comporte pas une très grande précision parce qu'il faut faire intervenir des coefficients insuffisamment connus, tels que les coefficients de résistance des trains et des machines, le rendement de la chaudière, etc. Il y a, en outre, des consommations d'eau dont la théorie ne peut tenir compte, par exemple celles qui résultent des entraînements d'eau par la vapeur. Mais, en définitive, les consommations accessoires ne forment qu'une faible partie de la consommation totale.

Pour vérifier les résultats théoriques, j'ai fait des expériences sur la consommation d'eau des machines qui font le service courant des trains express entre Vierzon et Limoges. Ces machines, de la série 51 à 76, sont analogues à celles qui sont étudiées dans le paragraphe précédent, et on peut leur appliquer les chiffres trouvés pour la dépense et la force développée.

Il y a deux moyens de procéder pour vérifier si la théorie est d'accord avec la pratique. On peut, connaissant le tonnage d'un train, calculer, à l'aide des coefficients de résistance, le travail que doit développer la machine pour remorquer ce train à diverses vitesses. On connait, d'autre part, la consommation théorique d'eau par cheval-heure. On obtient ainsi théoriquement la dépense totale d'eau pour un parcours donné et on la compare avec la dépense réelle. Cette méthode a l'inconvénient de reposer sur un calcul ou entrent les coefficients de résistance par tonne de train ou de machine qui sont mal connus.

Une deuxième méthode consiste à observer quels sont à chaque instant le cran de marche de la machine et la vitesse du train. Ces deux éléments suffisent pour calculer la consommation théorique correspondant à un parcours donné. Pour connaitre la courbe des vitesses, je n'ai eu qu'à recueillir les résultats obtenus à l'aide des appareils enregistreurs que la compagnie d'Orléans a récemment installés sur quelques-unes de ses machines. Connaissant, à chaque instant, le cran de marche et la vitesse, on déduit aisément du tableau III du précédent paragraphe les quantités de vapeur consommées par seconde. On construit ainsi, en prenant le temps pour abscisses, une courbe dont les ordonnées représentent la dépense de vapeur pendant l'unité de temps, qui est la seconde. Il suffit de mesurer la surface comprise entre cette courbe et l'axe des abscisses pour avoir la consommation de vapeur dans un temps donné.

Cette dernière méthode est d'une application très facile. Je vais indiquer les résultats qu'elle a fournis.

Mes expériences ont porté, dans le parcours de Vierzon à Limoges qui est de 200 kilomètres, sur le train n° 3 (machine n° 54) du 26 janvier, le train n° 40 (machine n° 55) du 26 janvier, et le train n° 3 (machine n° 58) du 1er février. La machine n° 58 est munie d'un appareil

enregistreur de la vitesse. Les deux autres machines ne le sont pas, mais j'ai relevé les vitesses à l'aide d'un compteur à secondes, d'après les poteaux kilométriques, et obtenu ainsi des courbes de vitesse pareilles à celles de l'appareil enregistreur.

Les quantités d'eau consommée ont été évaluées d'après les différences de hauteur de l'eau au tender et au tube de niveau.

Le tableau suivant permet de comparer les consommations d'eau théoriques et réelles des trains n°s 3 du 26 janvier et du 1er février (les hauteurs d'eau du tender et du tube de niveau n'ont été mesurées qu'aux stationnements de Vierzon, Argenton, Saint-Sébastien, Saint-Sulpice-Laurière et Limoges).

	DÉPENSE d'eau théorique	DÉPENSE observée. Train 3 du 1er février	DÉPENSE observée. Train 3 du 26 janvier
	mèt. cub.	mèt. cub	mèt. cub.
De Vierzon à Argenton	6,418	6 600	6,498
D'Argenton à Saint-Sébastien . .	3,710	3,900	4,500
De St-Sébastien à St-Sulpice. . .	3,697	3,800	3,800
De Saint-Sulpice à Limoges. . . .	1,082	1,200	1,250

Le train n° 40 du 26 janvier (tonnage 173 tonnes), a donné des résultats analogues que nous indiquons ci-après. Les observations n'ont été faites qu'entre Limoges et Argenton, parce qu'au delà d'Argenton il faisait nuit. Les hauteurs d'eau du tender et du tube de niveau n'ont été relevées qu'au départ de Limoges et à l'arrivée à Argenton. La mesure de ces hauteurs a été faite avec beaucoup d'exactitude parce que, le stationnement à Argenton étant relativement long, j'ai pu attendre que la surface de l'eau dans le tender fut en équilibre. Au tube de niveau de la chaudière, la hauteur d'eau était à l'arrivée la même qu'au départ ; au tender, le niveau de l'eau avait

baissé de $0^{m},88$, ce qui correspond à une dépense de $7^{m^3},333$.

Train n° 40 du 26 janvier.

	DÉPENSE D'EAU théorique	DÉPENSE observée
	mèt. cub.	mèt. cub.
De Limoges à Saint-Sulpice.	3,9981	»
De Saint-Sulpice à la Souterraine.	1,9144	»
De la Souterraine à Argenton.	1,2085	»
Total.	7,131	7,333

Les trains n° 3 du 26 janvier et du 1er février avaient même tonnage, 128 tonnes ; les conditions de marche de ces deux trains ont été presque identiques sur tout le parcours. Par conséquent les consommations d'eau auraient dû être sensiblement les mêmes. On voit d'après les chiffres ci-dessus qu'il en est ainsi, sauf une discordance. D'Argenton à Saint-Sébastien la dépense du 26 janvier a été anormale. Cela ne peut être attribué qu'à un entraînement excessif de l'eau par la vapeur. Au départ d'Argenton, le niveau de l'eau était très élevé dans la chaudière de la machine du train du 26 janvier (au tube de niveau la hauteur d'eau était de $0^{m},20$), tandis qu'il l'était beaucoup moins dans la deuxième expérience ($0^{m},15$ de hauteur au tube de niveau). C'est pour cela que l'entraînement de l'eau a été plus important dans le premier cas que dans le second.

On voit d'après les tableaux ci-dessus que la différence entre les chiffres théoriques et les chiffres réels est très faible. La théorie se trouve donc vérifiée.

Nous allons maintenant appliquer la première méthode de vérification dont nous avons parlé. Nous ne considérerons que le parcours d'Argenton à Saint-Sébastien, qui se compose uniquement de rampes de 10 millimètres et de 6 millimètres par mètre.

De cette façon, dans le calcul de la résistance d'un train, l'influence de la pesanteur sera prépondérante et les erreurs commises sur les coefficients de résistance n'auront que peu d'influence sur le résultat.

Nous prendrons, comme coefficients de résistance de la machine et des wagons, ceux qu'a donnés M. Desdouits dans la *Revue générale des chemins de fer* de mai 1890. Ces coefficients sont inférieurs à ceux généralement admis jusqu'ici, mais nous pensons qu'ils peuvent parfaitement s'appliquer à l'excellent matériel de la compagnie d'Orléans.

Le tonnage du train n° 3 du 1er février était de 128 tonnes, le poids de la machine de 72 tonnes (y compris le tender et la charge d'eau et de combustible). La *fig.* 3 de la Pl. XIV représente la courbe de la vitesse, qui peut être divisée en trois parties correspondant respectivement aux vitesses moyennes de 45, 52 et 58 kilomètres à l'heure. En outre, les deux premières parties de la courbe correspondent à une rampe de 10 millimètres par mètre (rampe continue sauf de légères variations telles que le palier de la station de Celon et deux courtes rampes de 6 millimètres) ; la dernière partie de la courbe correspond à une rampe de 6 millimètres par mètre.

Nous allons chercher quel a été le travail total effectué.

A la vitesse de 45 kilomètres à l'heure, la résistance par tonne de la machine et du tender est de $7^{kg},5$, et par tonne de train de $3^{kg},5$. Par conséquent, l'effort total à la jante est :

$$72\,(7,5+10)+128\,(3,5+10)=2\,988 \text{ kilogr.}$$

Le travail, en kilogrammètres, est :

$$2\,988 \cdot \frac{45\,000}{3\,600},$$

et la force en chevaux :

$$\frac{2\,988 \cdot 45\,000}{75 \cdot 3\,600}=498 \text{ chevaux-vapeur.}$$

D'après les résultats théoriques exposés dans le paragraphe précédent, pour que la machine développe une force de 498 chevaux, à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure, il faut marcher avec une admission de 31,5 p. 100, et la consommation d'eau s'élève alors à 13^{kg},35 par cheval-heure.

Un calcul analogue au précédent donne, pour la force développée à la vitesse de 52 kilomètres à l'heure, le chiffre de 575 chevaux-vapeur; la consommation d'eau est, dans ce cas, de 13^{kg},1 par cheval-heure.

En rampe de 6 millimètres par mètre et à la vitesse de 58 kilomètres à l'heure, on obtient pour la force développée :

$$\frac{[72(8,8+6)+128(4,2+6)]\,58000}{75 \cdot 3600} = 509 \text{ chevaux.}$$

Pour développer cette force, il faut marcher avec une admission de 26 p. 100 et la dépense est de 12^{kg},7 par cheval-heure.

Les durées de marche aux vitesses moyennes de 45, 52 et 58 kilomètres à l'heure ont été de 12 minutes 1/2, 10 minutes et 10 minutes 1/2. Par conséquent, les consommations théoriques d'eau sont données par le calcul suivant :

$$\frac{498 \cdot 12,5 \cdot 13,35}{60} = 1\,385,0 \text{ kilogr.}$$

$$\frac{575 \cdot 13,1 \cdot 10,00}{60} = 1\,255,4$$

$$\frac{509 \cdot 12,7 \cdot 10,50}{60} = 1\,131,2$$

Total. . . 3771,6 kilogr.

La consommation théorique pour le parcours d'Argenton à Saint-Sébastien s'élève ainsi à 3.771^{kg},6, tandis que la consommation réelle a été de 3.900 kilogrammes. Nous avions trouvé plus haut, d'une autre façon, pour

la consommation théorique 3.710 kilogrammes. Il y a donc accord entre les résultats obtenus.

En résumé, les résultats théoriques se trouvent confirmés par la pratique.

On voit, d'après ce qui précède, que la théorie permet d'étudier tous les problèmes qui se rattachent à la marche des trains, à l'utilisation et à la consommation des machines.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I.

THÉORIE DE LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR DANS LES PAROIS DES CYLINDRES DES MACHINES A VAPEUR.

CHAPITRE II.

THÉORIE DES DIAGRAMMES DES PRESSIONS.

CHAPITRE III.

APPLICATION AUX LOCOMOTIVES.

BULLETIN

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE

RÉPUBLIQUE DE L'ÉQUATEUR

Législation des mines.

Comme dans tous les États hispano-américains, les mines de l'Équateur restèrent d'abord régies, après la proclamation de l'Indépendance, par les règlements faits par les Espagnols pour leurs colonies américaines, et dont les célèbres ordonnances de Mexico formaient le type et le document essentiel. Plus tard, après un premier règlement rendu par Bolivar, le 24 octobre 1829, comme président de la République de Colombie, la République de l'Équateur fut dotée, les 26-28 août 1886, d'un Code des mines analogue à ceux qui avaient été promulgués dans la plupart des autres États de l'Amérique espagnole. Ce Code se rattachait, lui aussi, à l'ancienne législation hispano-américaine par ses traits fondamentaux : appropriation de la mine à la priorité de l'occupation, sous la condition d'exécuter dans le gîte un travail déterminé en un temps donné; la mine ainsi appropriée étant constituée par une *pertenencia* rectangulaire de dimensions fort réduites; la propriété de la mine ne se conservait que moyennant l'exécution d'un travail annuel déterminé par *pertenencia*, à peine de *denuncio*, c'est-à-dire du remplacement pur et simple, sans indemnité, du propriétaire par le tiers qui avait le premier signalé l'infraction à cette règle.

Une loi du 15 août 1892 vient d'introduire dans le Code minier de 1886 cette même transformation qui, de la loi espagnole du 29 décembre 1868, s'est peu à peu répandue dans toutes les lois se rattachant à l'ancien droit espagnol; c'est une transformation identique à celle dont nous signalions l'introduction au Mexique par la nouvelle législation, de ce pays, de 1892 (*Annales des mines*, 9e série, t. II, 1892, p. 481).

D'après la nouvelle loi, la *pertenencia* a, en principe, pour toutes les couches ou veines, 600 mètres sur 200 mètres, soit

12 hectares (art. 79 nouveau); pour les gîtes d'alluvion (gîtes aurifères ou autres), la *pertenencia* est un rectangle de 50.000 mètres carrés, la moindre dimension ne pouvant être au-dessous de 50 mètres (art. 21 de la loi de 1892); pour les couches importantes de houille ou de pétrole, la *pertenencia* a 200 mètres sur 1.000 mètres ou 20 hectares (*id.* art. 22) (*).

La taxe établie par la loi de 1892 est de 8 *sucres* (40 francs) par *pertenencia* et par an; et moyennant le payement régulier de cette taxe, le propriétaire a le droit le plus absolu de jouir de sa mine comme il l'entend, en la laissant indéfiniment en chômage si bon lui semble.

Si la taxe n'est pas payée à l'échéance, le concessionnaire est déchu *de plano;* la mine est vendue publiquement, dans les cinquante jours, à la diligence de l'autorité judiciaire, après cinq avis insérés dans les journaux de la localité. Le prix, après déduction des taxes arriérées et des frais exposés, profite au concessionnaire déchu ou à ses créanciers. Jusqu'au jour de la vente, le concessionnaire peut arrêter la déchéance, mais à la condition de payer une taxe double et de rembourser les frais exposés (art. 17 de la loi de 1892).

La taxe, qui ressort par hectare et par an à 2 francs pour les mines de combustible et de pétrole, à $3^{f},33$ pour les mines en général et à 8 francs pour les mines d'alluvion, est très inférieure aux taxes analogues du Mexique, voire même aux taxes de l'Espagne métropolitaine (**). L. A.

(*) La nouvelle loi range la houille et le pétrole parmi les substances détachées de la propriété des mines et soumises au Code minier; on sait que la classification légale de ces substances est une des questions les plus vivement débattues dans toute l'Amérique espagnole; la solution varie d'un État à l'autre et a varié parfois dans un même État suivant les époques.

(**) En Espagne, la taxe est par hectare et par an de 4 francs pour la houille et le fer et de 10 francs pour toutes les autres substances.

BIBLIOGRAPHIE

PREMIER SEMESTRE DE 1893 (*).

OUVRAGES FRANÇAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

Andriès (L.). — Tables pratiques de poche pour abréger les calculs. Instruction et Tables n° 2. Logarithmes des sinus et des tangentes de minute en minute, d'après J. de Lalande, disposés pour opérer rapidement, à l'usage des ingénieurs, des géomètres, des architectes, des cours scientifiques des collèges, lycées, etc. *Édition* stéréotype. 2 brochures. In-8° oblong. Instruction, 16 p.; Tables (n° 2), 28 p. Paris, Baudry et Cie. (5229)

Aurès (A.). — Le Nombre géométrique de Platon. In-8°, 15 p. Chalon-sur-Saône, imp. Marceau. (Extr. du *Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptiennes et assyriennes.*) (4243)

Baillaud (B.). — Cours d'astronomie à l'usage des étudiants des facultés des sciences. Première partie : Quelques théories applicables à l'étude des sciences expérimentales. In-8°, VI-285 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 8 fr. (146)

Bosramier (S.). — Instruction sur la règle à calcul, comprenant la théorie de l'instrument et son application aux calculs sur les nombres, la trigonométrie et les levés au tachéomètre. In-8°, 36 p. Paris, Tavernier-Gravet. (Extr. de la *Revue pratique des travaux publics.*) (2281)

(*) Les numéros qui figurent à la suite de chaque ouvrage sont ceux sous lesquels ces ouvrages sont respectivement inscrits dans la Bibliographie française et dans les Bibliographies étrangères.

Briot (C.) et E. Lacour. — Leçons d'algèbre; par *Ch. Briot*, professeur à la Faculté des sciences. Revues et mises au courant des nouveaux programmes par *E. Lacour*, professeur de mathématiques spéciales. 16e *édition*. Deuxième partie, à l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales. 1er fascicule. In-8°, II-p. et p. 1 à 388, avec fig. Paris, Delagrave. (1262)

Brunel (G.). — Note sur le nombre des sommets des courbes planes rationnelles d'ordre *n*. In-8°, 9 p. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*) (4540)

Demarçay (J.). — Théorie mathématique des guillotines et obturateurs centraux droits. In-8°, IV-59 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 2 fr. (1010)

Dupuis (J.). — Tables de logarithmes à cinq décimales d'après J. de Lalande, disposées à double entrée et revues par *J. Dupuis*. *Édition* stéréotype, contenant les logarithmes des nombres 1 à 10.000, les logarithmes des sinus et des tangentes des angles calculés de minute en minute jusqu'à 90 degrés, plusieurs tables usuelles, et un grand nombre de formules et de nombres utiles. In-16, IV-230 p. Paris, Hachette et Cie. 2 fr. (2320)

Gérard (L.). — Sur la géométrie non euclidienne (thèse). In-4°, 115 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (1033)

Grillières (L.). — Étude des modifications apportées par la rotation diurne de la terre aux lois de l'équilibre et du mouvement des corps pesants. In-8°, 31 p. Paris, Nony et Cie. (4592)

Haag (P.). — Cours de calcul différentiel et intégral. In-8°, V-619 p. avec fig. Paris, Ve Dunod. (2815)

Jordan (C.). — Cours d'analyse de l'École polytechnique. 2e *édition*, entièrement refondue. T. 1er : Calcul différentiel. In-8°, XVIII-612 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars. 17 fr. (180)

Laisant (C.-A.). — Recueil de problèmes de mathématiques. Géométrie analytique à trois dimensions (et géométrie supérieure), à l'usage des classes de mathématiques spéciales. In-8°, X-95 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 2f,50. (183)

Laplace. — Œuvres complètes de Laplace. Publiées sous les auspices de l'Académie des sciences par MM. les secrétaires perpétuels. T. 9. In-4°, 489 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 20 fr. (3836)

Lois de Képler; Simplicité des mouvements des corps célestes; Une force constante et un milieu ambiant résistant donnent la raison des lois de Képler; Corrections à faire subir à la

deuxième et à la troisième loi; par *A. J. C.*, ouvrier voironnais. In-8°, 108 p. Voiron, imp. Mollaret. (2570)

MOREL. — Système ternaire par le dédoublement des unités. In-12, 24 p. Paris et Limoges, Charles-Lavauzelle. 0f,60. (396)

PICARD (E.). — A propos de quelques récents travaux mathématiques. In-8°, 15 p. Paris, Carré. (Extr. de la *Revue générale des sciences pures et appliquées.*) (97)

—— Traité d'analyse. T. 2 : Fonctions harmoniques et Fonctions analytiques; Introduction à la théorie des équations différentielles; Intégrales abéliennes et Surfaces de Riemann. In-8°, XIII-513 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 15 fr. (5425)

Relations entre les éléments d'un triangle. Recueil de 273 formules relatives au triangle, avec leurs démonstrations. In-8°, 187 p. Paris, Nony et Cie. (3640)

RICHARD (L.). — Sténarithmie Richard, ou l'Art de calculer aussi vite que la pensée. 16e *édition*. In-16, 96 p. Paris, imp. Davy; l'auteur. 2 fr. (203)

SAUVAGE (P.). — Les Lieux géométriques en géométrie élémentaire. In-8°, avec 47 fig. Paris. 3 fr.

TANNERY (J.). et J. MOLK. — Éléments de la théorie des fonctions elliptiques. T. 1er : Introduction; Calcul différentiel (première partie). In-8°, X-246 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 7f,50. (1195)

2° *Physique et Chimie.*

BARTHE (L.). — Sur les phosphates de strontiane. In-8°, 8 pages. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. du *Bull. des travaux de la Soc. de pharmacie de Bordeaux.*) (1841)

BEAULARD (F.). — Sur la coexistence du pouvoir rotatoire et de la double réfraction dans le quartz (thèse). In-4°, 161 p. avec figures. Marseille, imp. Barlatier et Barthelet. (4980)

BERTHELOT. — Histoire des sciences. La Chimie au moyen âge, ouvrage publié sous les auspices du ministère de l'instruction publique. 3 vol. in-4°. T. 1er : Essai sur la transmission de la science antique au moyen âge, VIII-459 p.; t. 2 : l'Alchimie syriaque (avec la collaboration de M. *Rubens Duval*, de la Société asiatique), XLVIII-414 p.; t. 3 : l'Alchimie arabe (avec la collaboration de M. *O. Houdas*, professeur à l'École des langues orientales vivantes), 474 p. Paris, Imp. nationale. (4531)

—— Traité pratique de calorimétrie chimique. In-16, 192 pages avec figures. Paris, Gauthier-Villars et fils; G. Masson. 2f,50. (5254)

Bordier (H.). — Étude sur l'eau mercurielle. Détermination du poids de la vapeur de mercure absorbée par un litre d'eau aux différentes températures. In-8°, 7 p. avec fig. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. du *Bull. des travaux de la Soc. de pharmacie de Bordeaux.*) (763)

Bouasse (H.). — Réflexion et Réfraction dans les milieux isotropes, transparents et absorbants (thèse). In-8°, 163 p. avec figures. Paris, Gauthier-Villars et fils. (969)

Brunhes (B.). — Étude expérimentale sur la réflexion cristalline interne (thèse). In-8°, 153 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (5273)

Cari-Mantrand. — Dosage de l'alcool méthylique et des méthylènes commerciaux (méthode de M. C. Bardy). In-8°, 16 pages. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Ext. des *Mém. de la Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*) (4738)

Colson (A.). — Études sur la stéréochimie des composés actifs. In-8°, 23 p. avec fig. Paris, G. Masson. (Extr. du *Journ. de pharmacie et de chimie.*) (786)

Deuxième supplément au Dictionnaire de chimie pure et appliquée d'*Ad. Wurtz*, publié sous la direction de *Ch. Friedel*, professeur à la Faculté des sciences de Paris, avec la collaboration de MM. P. Adam, A. Béhal, G. de Bechi, A. Bigot, L. Bourgeois, L. Bouveault, E. Burcker, C. Chabrié, P. T. Cleve, Ch. Cloëz, A. Combes, C. Combes, A. Etard, Ad. Fauconnier, H. Gall, A. Gautier, H. Gautier, E. Grimaux, G. Griner, etc., etc. Fascicules 13, 14, 15. In-8° à 2 col., p. 961 à 1200 avec fig. Paris, Hachette et Ce. (2491)

—— —— Fascicule 16. In-8° à 2 col., p. 1201 à 1280. Paris, Hachette et Ce. (5310)

Ditte (A.). — Leçons sur les métaux professées à la Faculté des sciences de Paris. Supplément au 1er fascicule. In-4°, 84 pages. Paris, Ve Dunod. 3 fr. (546

Encyclopédie chimique, publiée sous la direction de M. Fremy, de l'Institut. T. 9 : Chimie organique. Deuxième section : Chimie physiologique (deuxième partie); Chimie des liquides et des tissus de l'organisme (2e fascicule); par les docteurs *Garnier*, *Lambling* et *Schlagdenhauffen*. In-8°, pages 399 à 701. Paris, Ve Dunod. 15 fr. (4329)

Fiquet (E.). — Condensation des aldéhydes aromatiques avec l'acide cyanacétique (thèse). In-4°, 76 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (1028)

Foussereau (G.). — Polarisation rotatoire; Réflexion et réfraction

vitreuses; Réflexion métallique. Leçons faites à la Sorbonne, en 1891-1892, par *G. Foussereau*, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris. Rédigées par *J. Lemoine*, agrégé de l'Université. In-8°, VII-344 pages avec figures. Paris, Carré. (5059)

Gaube (J.). — Chimie minérale des corps organisés. Sol animal. In-8°, 24 p. Paris, Asselin et Houzeau. (3794)

Gautier (H.). — Essais d'or et d'argent. In-16, 203 p. Paris, Gauthier-Villars et fils; G. Masson. 2f,50. (345)

Guérin (G.). — Traité pratique d'analyse chimique et de recherches toxicologiques. In-8°, 502 p. avec 75 fig. et 5 pl. Paris. 15 fr.

Issaly. — Optique géométrique. Étude relative à deux rayons géométriques particuliers assimilables à ceux que la nature produit, soit dans la simple, soit dans la double réfraction. In-8°, 51 p. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*) (2349)

Janet (P.). — Premiers principes d'électricité industrielle (piles, accumulateurs, dynamos, transformateurs). In-8°, VIII-275 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 6 fr. (3819)

Lemarchant (A.). — Chimie minérale. Analyse qualitative : Séparation des corps: Principales réactions de chimie minérale groupées méthodiquement en quatre tableaux. 4 tableaux in-4°. Paris, imp. Schiffer. (5594)

Lenoble. — L'Hydrotimétrie. In-8°, 12 p. Lille, imp. Danel. (*Société industrielle du nord de la France.*) (2075)

Mascart (E.). — Traité d'optique. T. 3. In-8°, 696 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 20 fr. (5398)

Meslans (M.). — Recherches sur quelques fluorures organiques de la série grasse (thèse). In-4°, 84 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (1105)

Minguin (J.). — Étude de quelques dérivés du camphre cyané et de l'éther camphocarbonique (thèse). In-8°, 51 p. Nancy, imp. Berger-Levrault et Ce. (5131)

Mondesir (P. de). — Mémoire sur le rôle du pouvoir absorbant des terres dans la formation des carbonates de soude naturels, présenté à l'Académie des sciences, le 13 février 1888. In-8°, 11 p. Nancy, imp. Berger-Levrault et Ce. (Extr. des *Ann. de la science agronomique française et étrangère.*) (5137)

Moreau (G.). — Contribution à l'étude de la polarisation rotatoire naturelle et de la polarisation rotatoire magnétique

(thèse). In-8°, 175 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (5409)

OSTWALD (W.). — Abrégé de chimie générale; par *Wilhelm Ostwald*, professeur de chimie à l'Université de Leipzig. Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, par *Georges Charpy*, ancien élève de l'Ecole polytechnique, docteur ès sciences. In-8°, VI-235 p. avec fig. Paris, Carré. (3620)

PISANI (F.). — Les minéraux usuels et leur essai chimique sommaire, ouvrage destiné aux industriels, mineurs, fabricants de produits chimiques, pharmaciens, bijoutiers, lapidaires, etc. In-18, VII-140 p. avec fig. Paris, G. Masson. 2 fr. (4188)

RICHE (A.). — Leçons de chimie. 4e *édition*. T. 2. In-8°, 726 p. Paris, Firmin-Didot et Cie. (5675)

THOMSON (W.). — Conférences scientifiques et allocutions; par sir *William Thomson* (lord *Kelvin*), professeur de philosophie naturelle à l'Université de Glasgow. Traduites et annotées sur la 2e édition par *P. Lugol*, agrégé des sciences physiques, professeur. Avec des extraits de mémoires récents de sir *W. Thomson*, et quelques notes par *M. Brillouin*, maître de conférences à l'École normale. Constitution de la matière. In-8°, VIII-381 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 7f,50. (3959)

VILLIERS (A.). — Précis d'analyse quantitative. In-8°, 512 p. avec fig. Paris, Doin. (4501)

WITZ (A.). — L'École pratique de physique. Problèmes et calculs pratiques d'électricité. In-8°, XIV-330 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 7f,30. (5223)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

AMBAYRAC (H.). — Ligne de Nice à Grasse et à Puget-Théniers. Étude géologique et pittoresque, avec carte, coupes et profils. In-8°, 68 p. Nice, imp. Gauthier et Cie. (1216)

BERNARD (F.). — Éléments de paléontologie. Première partie. In-8°, p. 1 à 528, avec 266 fig. dans le texte. Paris, J.-B. Baillière et fils. (L'ouvrage complet, 20 fr.) (499)

BERTRAND (M.). — Les Montagnes de l'Écosse. In-8°, 27 p. Paris, Carré. (Extr. de la *Revue générale des sciences pures et appliquées.*) (256)

BOULE (M.). — La station quaternaire du Schweizersbild, près de Schaffouse (Suisse), et les fouilles du docteur Nüesch. In-8°, 25 p. et pl. Paris, Leroux. (Extr. des *Nouvelles Archives des missions scientifiques et littéraires.*) (4727)

Bouillé (R. de). — Les Basses-Pyrénées : flore, faune, géologie. In-8°, 71 p. avec grav. Pau, imp. Garet. (Extr. du volume destiné aux membres du Congrès de l'*Association française pour l'avancement des sciences.*) (1258)

Brung. — L'âge de pierre en Touraine. Atelier préhistorique du Grand-Pressigny, l'un des plus vastes du globe, s'étendant sur les communes de Chaumussay, Abilly, Barrou, la Guerche, et sur toute la contrée circonvoisine. In-8°, VIII-64 p. Tours, les principaux libraires. (505)

Carte géologique détaillée de la France à l'échelle de 1/80000. N° 130 : la Roche-sur-Yon. Gravée par Erhard. Paris, imp. Erhard. (557)

Coffinières de Nordeck (A.). — Essais sur les phénomènes cosmogoniques. Avec une lettre de *Pierre Loti.* In-8°, XXII-372 p. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie. 6 fr. (4034)

Études des gîtes minéraux de la France, publiées sous les auspices de M. le ministre des travaux publics, par le service des topographies souterraines. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fascicule 4 : Flore fossile (deuxième partie), par *B. Renault*, assistant au Muséum d'histoire naturelle. Atlas. In-4°, pl. 28 à 89. Paris, Imp. nationale. (Ministère des travaux publics.) (5055)

Friedel (C.). — Cours de minéralogie; Minéralogie générale. In-8°, III-421 p. avec fig. Paris, G. Masson. 10 fr. (3510)

Gautier (P.) et C. Bruyant. — Observations scientifiques sur le creux de Soucy (Puy-de-Dôme). In-8°, 16 p. et pl. Clermont-Ferrand, imp. Mont-Louis. (4586)

Gauthier (V.). — Notes sur les Échinides crétacés recueillis en Tunisie par M. Aubert, ingénieur des mines, au cours de ses explorations pour la carte géologique de ce pays. In-8°, 52 p. et 4 pl. Paris, annexe de la carte géologique de la Tunisie. (3797)

Gosselet. — Les collines de l'Artois. In-8°, 7 p. Lille, imp. Danel. (3519)

Kilian (W.). — Neige et glaciers; notes prises au cours de géologie de la Faculté des sciences de Grenoble, par M. *Alamelle*, professeur à l'école Vaucanson. Deuxième article. In-8°, 95 p. Grenoble, imp. Allier père et fils. (Extr. de l'*Annuaire de la Soc. des touristes du Dauphiné.*) (2553)

Jeanjean (A.). — Néocomien et tithonique. Excursion géologique de Quissac à Pompignan (Gard). In-8°, 19 p. Nîmes, imp. Roger et Laporte. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'étude des sciences nat. de Nîmes.*) (1638)

Lacroix (A.). — Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux. Étude des conditions géologiques de leurs gisements. T. 1er (première partie). In-8°, xx-305 p. avec fig. Paris, Baudry et Cie. (846)

Mettrier. — Aperçu de la constitution géologique et des ressources minérales du département des Basses-Pyrénées. In-8°, 41 p. Pau, imp. Garet. (Extr. du volume destiné aux membres du Congrès de l'*Association française pour l'avancement des sciences.*) (1415)

Meunier (S.). — Examen minéralogique de deux météorites bourguignonnes (Luponnas, Ain, 8 septembre 1753, et les Ormes, Yonne, 4 octobre 1857). In-8°, 38 p. et 2 pl. en coul. Autun, imp. Dejussieu père et fils. (5127)

Piette. — L'Équidé tacheté de Lourdes. In-8°, 4 p. et 3 pl. Paris, au siège de la Société d'anthropologie. (Extr. des *Bull. de la Soc. d'anthropologie.*) (198)

Trouessart (E.-L.). — Au bord de la mer. Géologie, faune et flore des côtes de France de Dunkerque à Biarritz. In-16, viii-344 p. avec 149 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils. 3f,50. (5459)

Vauchez (E.). — La Terre. Évolution de la vie à sa surface : son passé, son présent, son avenir. Avec 66 grav. et un tableau en coul. du règne végétal et du règne animal. 2 vol. in-8°. T. 1er, 378 p.; t. 2, 403 p. Paris, Reinwald et Cie. 15 fr. (5218)

Vinot (L.). — Étude sur les tremblements de terre. In-8°, 236 p. et grav. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie. 3f,50. (4675)

Wilson (T.). — La Période paléolithique dans l'Amérique du Nord. In-8°, 82 p. Paris, Leroux. (4219)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

Belot (E.). — Essai et Emploi des huiles de graissage. In-8°, 15 p. avec fig. Nancy, imp. Berger-Levrault et Cie. (3715)

Boileau (H.). — Touage par adhérence magnétique, système de Bovet. In-8°, 16 p. avec fig. Paris, 6, rue de la Chaussée-d'Antin. (Extr. du journal le *Génie civil.*) (3261)

Castelnau (F.). — Recherches sur la distribution de la vapeur dans les machines. In-8°, 88 p. et pl. Paris, Michelet. (5005)

Conférence sur l'aérostation et le navire aérien dirigeable (à gaz combinés) de M. L.-A. Boisset; par M. X... In-8°, 45 p. Paris, Chaix. (3479)

Flécher (F.). — Note sur l'emploi d'un nouveau tube de chaudière à vapeur « ondulé », système Flécher, breveté. In-8°.

6 p. avec fig. Paris, Chaix. (Extr. du ***Bull. technol. de la Soc.*** *des anciens élèves des écoles nationales des arts et métiers.*) (3306)

Kestner (P.). — Nouvel élévateur de liquides par l'air comprimé. In-8°, 16 p. avec fig. Lille, imp. Danel. (*Soc. industrielle du nord de la France.*) (2054)

Madamet. — Distribution de la vapeur. Épures de régulation. In-16, 152 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; G. Masson. 2f,50. (5604)

Mathieu (H.). — Note sur les épreuves des chaudières à vapeur. In-8°, 31 p. Paris, Baudry et Cie. (Extr. du *Portefeuille économique des machines.*) (1678)

Note sur les navires aériens à air dilaté et l'aviation mécanique (brevets Amédée Sébillot). Compte rendu des expériences. In-8°, 8 p. Paris, imp. Paul Dupont. (2867)

Panoux (F.). — Notes sur l'utilisation de la vapeur dans les machines locomotives. Nouveau système de distribution à grande détente et à changement de marche. In-4°, 8 p. et pl. Paris, lib. technologique. (1709)

Rateau. — Considérations sur les turbo-machines et particulièrement sur les ventilateurs. In-8°, 184 p. et pl. Saint-Étienne, imp. Théolier et Ce. (Extr. du *Bull. de la Soc. de l'industrie minérale.*) (1735)

Saint-Loup. — Le Domaine de la mécanique, discours prononcé à la séance de rentrée des Facultés et de l'École de médecine. In-8°, 19 p. Besançon, imp. Dodivers. (2205)

Savy (A.). — Note sur le foyer économique et fumivore (système Cohen). In-8°, 16 p. avec fig. Paris, Hermann, Cohen et Ce. (*Soc. industrielle du nord de la France.*) (698)

Schmidt (E.). — Note sur les accidents des chaudières multitubulaires. In-8°, 26 p. Amiens, imp. Jeunet. (Extr. du *Bull. de la Soc. industrielle d'Amiens.*) (1752)

Schovb (M.). — Frein automatique, système Schlœpfer. In-8°, 16 p. et pl. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Ce. (Extr. de la *Revue d'artillerie.*) (5689)

Soreau (R.). — Le Problème de la direction des ballons. In-8°, 83 p. avec 37 fig Paris, 10, cité Rougemont. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils.*) (5450)

Thurston (R.-H.). — Manuel pratique des essais de machines et chaudières à vapeur; par *Robert-H. Turston*, directeur du *Sibley College*, Cornell University. Traduit de l'anglais par

Auguste Roussel, ancien élève de l'École polytechnique. In-8°, XVI-511 p. avec grav. Paris, Baudry et C°. 25 fr. (4666)

THURSTON (R.-H.). — Traité de la machine à vapeur; par *Robert-H. Thurston*, directeur du *Sibley College*, Cornell University. Traduit de l'anglais, annoté et précédé d'une introduction par *Maurice Demoulin*. 2 vol. in-8° avec grav. T. 1er, XXXIX-849 p.; t. 2, XV-999 p. Paris, Baudry et C°. 60 fr. (4667)

Visite par la Société industrielle du Nord des ateliers de la compagnie du chemin de fer du Nord à Hellemmes-Lille. In-8°, 12 p. et pl. Lille, imp. Danel. (1791)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie.— Métallurgie.*

CHAROLLOIS. — Téléphonie par fil unique non isolé, avec ou sans prises de terre. Documents relatifs aux procédés et essais de M. le capitaine *Charollois*. In-8°, 24 p. Paris, Duboscland. (Extr. des *Ann. industrielles*.) (33)

DIEUDONNÉ (E.). — Les Stations centrales d'éclairage électrique de la principauté de Monaco, installées par MM. Schneider et Cie, du Creusot. In-8°, 15 p. av. fig. Paris, Carré. (Extr. de l'*Électricien*.) (3032)

HOSPITALIER (E.). — Formulaire de l'électricien. In-18, VII-388 p. av. fig. Paris, G. Masson. 5 fr. (4116)

LEJEUNE (E.). — Guide du chaufournier, du fabricant de ciments, bétons et mortiers hydrauliques. 3° *édition*. In-16, 356 p. av. 59 fig. Paris, Tignol. (376)

MAUMENÉ. — Manuel de chimie photographique. In-16, 500 p. av. grav. Paris, Société d'éditions scientifiques, 4, rue Antoine Dubois. 5 fr. (3867)

MINET (A.). — L'Aluminium : fabrication, emploi, alliages. In-16, 316 p. av. 38 fig. dans le texte. Paris, Tignol. (2857)

MÜNTZ (A.) et A.-C. GIRARD. — Les pertes d'azote dans les fumiers. In-8°, 39 p. Paris, Imp. nationale. (Extr. du *Bull. du Ministère de l'agriculture*.) (4168)

Notice biographique sur Georges Dufaud, élève de la première promotion de l'École polytechnique, ingénieur-constructeur des usines de Fourchambault. (1777-1852.). In-8°, 91 p. et pl. Nevers, imp. Mazeron frères. (3883)

PICHARD (P.). — Rôle et Avenir du plâtre en agriculture. In-8°, 23 p. Paris, 111, boulevard Saint-Germain. (Extr. de la *Revue scientifique*.) (669)

SCHLŒSING (T.). — Analyse industrielle des principales matières minérales employées dans la fabrication des pâtes d'allumettes. In-8°, 42 p. av. fig. Nancy, imp. Berger-Levrault et Cie. (3933)

—— Sur la fixation de l'azote libre par les plantes. Résumé des expériences de MM. Th. Schlœsing fils et Em. Laurent. In-8°, 22 p. et pl. Nancy, imp. Berger-Levrault et Cie. (3934)

SÉJOURNET (P.). — Notes et Résultats d'expérience sur les phosphates métallurgiques des aciéries du Creusot. In-8°, 96 p. Nancy, imp. Berger-Levrault et Cie. (1185)

VAILLANT (E.). — Excursion aux aciéries d'Isbergues et à Aire-sur-Lys. In-8°, 4 p. Lille, imp. Danel. (Extr. du *Bull. de la Soc. de géographie de Lille.*) (1776)

VILLON (A.-M.). — Dictionnaire de chimie industrielle, contenant les applications de la chimie à l'industrie, à la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers. T. 1er. Fascicules 1 à 4. In-4° à 2 col., p. 1 à 312. Paris, Tignol. (4502)

Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.

CASTELNAU (F.). — Le Plomb en France. In-8°, 28 p. Neuilly-sur-Seine, 2 *bis*, cité Pérard. (3020)

CORALYS (E.). — Les Explosifs. In-8°, 92 p. Paris et Limoges, Charles Lavauzelle. 2 fr. (5023)

FUCHS (E.) et L. DE LAUNAY. — Traité des gîtes minéraux et métallifères. Recherches, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles; Description des principales mines connues; Usages et Statistique des métaux. (Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines.) 2 vol. gr. in-8°, CXII-823 p. av. fig. et 1 carte en coul.; 1004 p. av. fig. et 1 carte en coul. Paris, Baudry et Cie. 60 fr.

LAUNAY (L. DE). — Formation des gîtes métallifères. In-16, 202 p. Paris, Gauthier-Villars et fils; G. Masson. 2f,50. (849)

LE CHATELIER (H.). — Le Dosage du grisou (grisoumètre de M. H. Le Chatelier.) In-8°, 8 p. av. fig. Paris, L. Golaz, 282, rue Saint-Jacques. (Extr. des *Annales des mines.*) (4610)

MACQUET (A.). — Explosifs de sûreté. Grisoutite, weterdynamites, explosifs à base d'azotate d'ammoniaque. In-8° av. 1 pl. Paris, Baudry et Cie. 12 fr.

NEU. — La Traction électrique dans les mines. In-8°, 7 p. Lille, imp. Danel. (*Société industrielle du nord de la France.*) (3606)

Reunert (T.). — Les Mines de diamant du Cap; par M. *Th. Reunert*. Ouvrage traduit de l'anglais par le vicomte *J. de Montmort*, suivi d'une étude minéralogique par M. *Coultolenc*, professeur à l'école municipale de Reims. In-8°, 71 p. Autun, imp. Dejussieu père et fils. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun*.) (686)

Statististique détaillée des sources minérales exploitées ou autorisées en France et en Algérie au 1er juillet 1892. In-4°, x-97 p. et carte en coul. Paris, Ve Dunod; Baudry et Cie. (Ministère des travaux publics.) 4 fr. (2655)

7° *Construction. — Chemins de fer.*

Barry (C.). — Commentaire des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs des travaux des ponts et chaussées (cahiers des 16 novembre 1866 et 16 février 1892). 13e *édition*, suivie de la loi du 24 juillet 1889 sur la procédure devant les conseils de préfecture. In-18 jésus, III-428 p. Paris, Marchal et Billard. 6 fr. (2711)

Bresson (E.). — Sur une application de la statique graphique au calcul des arcs métalliques du pont de la Cerveyrette. In-8°, 32 p. av. fig. et pl. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie. (Extr. de la *Revue du génie militaire*.) (4010)

Carte générale des chemins de fer français, France, Algérie, colonies et protectorats, dressée d'après les documents officiels les plus récents par *L. Mainard* et *E. Marchal*. Paris, Curel, Gougis et Cie. (475)

Convention internationale sur le transport des marchandises par chemins de fer. In-4°, 70 p. et tableau. Paris, P. Dupont. (37)

Daudrix (J.-G.). — Étude sur le tracé des courbes circulaires et paraboliques de raccordement pour chemins de fer, routes et canaux et sur l'implantation des axes des ouvrages en courbe: Tables complètes pour le tracé des courbes circulaires au théodolite (gradué en grades ou en degrés); Tables pour tracer les raccordements paraboliques. In-8°, 204 p. av. fig. Paris, Bernard et Cie. (Extr. du *Bull. technol. de la Soc. des anciens élèves des écoles nationales des arts et métiers*.) (2310)

Dumont (G.) et G. Baignères. — Les Chemins de fer à l'exposition universelle de 1889: les signaux de chemin de fer et les applications de l'électricité aux chemins de fer. In-8°, 92 p. av. 12 fig. et 1 atlas de 27 pl. in-folio. Paris. 15 fr.

Espitallier (G.). — Les constructions démontables et leurs

emplois militaires. In-8°, 35 p. av. grav. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie. (Extr. de la *Revue du génie militaire.*) (4075)

FLAMACHE (A.), A. HUBERTI et A. STÉVART. — Traité d'exploitation des chemins de fer. T. III. In-8°, VIII-178 p. av. croquis et 24 pl. Liège. 20 fr. (Les deux premiers vol. 50 fr.)

FONTVIOLANT (B. DE). — Ponts métalliques à travées continues. Méthode de calcul satisfaisant aux nouvelles prescriptions du règlement ministériel du 29 août 1891, avec tables numériques pour en faciliter l'emploi. In-8°, 182 p. av. fig. Paris, 10, cité Rougemont. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils de France.*) (2326)

LECHALAS (G.). — Manuel de droit administratif. Services des ponts et chaussées et des chemins vicinaux. T. II. 1er fascicule : Participation des tiers aux dépenses des travaux publics; adjudications; fournitures; régie; entreprise; concessions. In-8°, 407 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 10 fr. (4141)

LEFEBVRE (G.). — Notice sur le tramway funiculaire à câble sans fin de Belleville. In-8°, 28 p. et 2 pl. Paris, Société des conducteurs des ponts et chaussées, 10, rue des Moulins. (Extr. de la *Revue pratique des travaux publics.*) (608)

LÉVY-LAMBERT (A.). — Chemins de fer à crémaillère. In-8°, XII-301 p. av. fig. Paris, Lamirault. 15 fr. (859)

LEYGUE (L.). — Chemins de fer. Notions générales et économiques. In-8°, XII-609 p. Paris, Baudry et Cie. 15 fr. (860)

MAUREL (C.). — Note sur la détermination de la courbe de pression unique correspondant à une hypothèse de charge déterminée dans les voûtes surbaissées. In-8°, 28 p. Paris, Baudry et Cie. (Extr. des *Nouvelles Annales de la construction.*) (1679)

RABUT (C.). — Les Mortiers à la soude. In-8°, 7 p. Paris, 6, rue de la Chaussée-d'Antin. (Extr. du journal le *Génie civil.*) (4906)

RAMEL (F. DE) et E. LOISON. — Travaux publics. Occupation temporaire et extraction de matériaux. Commentaire de la loi du 29 décembre 1892 sur les dommages causés à la propriété privée. In-18 jésus, 111 p. Paris, Rousseau. (3359)

RÉSAL (J.). — Constructions métalliques. Élasticité et résistance des matériaux, fonte, fer et acier. In-8°, 663 p. av. fig. Paris, Baudry et Cie. 20 fr. (887)

Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1889. Documents divers. Deuxième partie : France (intérêt local); Algérie et Tunisie. In-4°, VIII-214 p. Paris, Imp. nationale. 5 fr. (Ministère des travaux publics.) (902)

Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1890.

Documents divers. Première partie : France (intérêt général). In-4°, 240 p. Paris, Imp. nationale. 5 fr. (4940)

VIGREUX (L.) et F. LOPPÉ. — Les chemins de fer à crémaillère et les chemins de fer funiculaires. In-8°, 100 p. av. atlas de 20 pl. in-folio. Paris. 10 fr.

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

DUFOUR (E.) et E. ARMAND. — Les Agents des chemins de fer et les Employés de l'industrie privée, étude sociale comparative. In-18 jésus, VIII-146 p. Paris, Dentu. (3059)

GOSSELIN (E.). — Note sur le nouveau projet de loi concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail et l'organisation de l'assurance obligatoire; Rapport de M. Louis Ricard (Seine-Inférieure), député. In-8°, 60 p. Rouen, imp. Deshays et Cie. (Extr. du *Bull. de la Soc. industrielle de Rouen.*) (3315)

GOULD (E.-R.-L.). — L'État social du travail, d'après l'enquête du department of labor de Washington. Les Ouvriers de la houille, du fer et de l'acier en Europe et en Amérique. In-8°, 36 p. Paris, au secrétariat de la Société d'économie sociale, 54, rue de Seine. (Extr. de la *Réforme sociale.*) (1362)

GRUNER (E.). — Mélanges statistiques relatifs aux assurances sociales en Allemagne et en Autriche. In-8°, 44 p. Paris, 20, rue Louis-le-Grand. (Extr. du *Bull. du Comité permanent du congrès des accidents du travail.*) (4351)

Instructions sur les premiers soins à donner en cas d'accidents avant l'arrivée du médecin. In-8°, 28 p. av. fig. Paris, 3, rue de Lutèce. (Association des industriels de France contre les accidents du travail.) (3119)

MAMY (H.). — Conférence sur l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, faite devant la Société industrielle d'Amiens, le 14 février 1892. Gr. in-8°, 12 p. Amiens, imp. Jeunet. (Extr. du *Bull. de la Soc. industrielle d'Amiens.*) (1673)

VILLETARD DE PRUNIÈRES (M.). — De l'assurance contre les accidents du travail : principes généraux, organisation actuelle, projets de réformes. In-8°, 465 p. Paris, Chevalier-Marescq et Cie. 6 fr. (3673)

9° *Objets divers.*

BRASILIER (A.). — Théorie mathématique des placements et emprunts à long terme. Deuxième partie : Négociation des titres de valeurs mobilières, prix et parités mathématiques, institution de prévoyance. In-8°, 307 p. Paris, G. Masson, 10 fr. (4996)

HOUDAILLE (F.). — Météorologie agricole. Le soleil et l'agriculteur, avec un appendice sur la lune et les influences lunaires. In-18 jésus, 542 p. av. 82 fig. Montpellier, Coulet. Paris, G. Masson, 4f,50. (357)

LAFFARGUE (J.). — Manuel de l'ouvrier monteur électricien. Résumé des notes recueillies au cours d'électricité pratique fait au syndicat général des chauffeurs-mécaniciens de France et d'Algérie. In-16, VIII-400 p. av. fig. Paris, Tignol. (4371)

PELLETAN (A.). — Traité de topographie. In-8°, XIX-381 p. av. fig. Paris, Baudry et Cie. (2620)

RICHARD (F.). — Traité économique et pratique des combustibles, à l'usage domestique et industriel. In-16, 18 p. Saint-Étienne, agence de publicité le Soleil. 0f,50. (1451)

SAINTIGNON (F. DE). — Le Mouvement différentiel; Loi des marées; Eau, air, feu. In-4°, 68 p. et pl. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie. (3922)

Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1891, avec un appendice concernant la statistique minérale internationale et la statistique détaillée des sources minérales exploitées ou autorisées en France et en Algérie au 1er juillet 1892. In-8°, XVII-337 p. Paris, Ve Dunod; Baudry et Cie. 10 fr. (Ministère des travaux publics) (1462)

TANNERY (P.). — Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne. In-4°, VIII-371 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (4662)

ZENGER (C.-V.). — Le Système du mode électrodynamique. In-8°, 60 p. av. fig. Paris, Carré. (5224)

OUVRAGES ANGLAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

Barlow (C.-W.-C.) and Bryant (G.-H.). — Elementary Mathematical Astronomy. 2nd ed. with Answers. In-8°. Clive. 10f,65.

Edwards (J.). — Differential Calculus for Beginners. In-8°, 260 p. Macmillan. 5f,65.

Forsyth (A.-R.). — A Treatise on the Theory of Functions of a Complex Variable. In-8°. Cambridge Warehouse. 26f,25.

Geldard (C.). — Statics and Dynamics. In-8°, 322 p. Longmans. 6f,25.

Lachlan (R.). — An Elementary Treatise on Modern Pure Geometry. In-8°, 292 p. Macmillan. 11f,25.

Lock (J.-B.). — Key to Elementary Mechanics. In-8°, 182 p. Macmillan. 10f,65.

Russell (J.-W.). — An Elementary Treatise on Pure Geometry. With Numerous Examples. In-8°, 338 p. Clarendon Press. 13f,15.

2° *Physique et Chimie.*

Black (I.). — Experiments upon Magnesia Alba, Quick-Lime, and other Alkaline Substances. In-8°. Edinburgh, Clay. Simpkin. 1f,90.

Gray (A.). — The Theory and Practice of Absolute Measurements in Electricity and Magnetism. 2 vols. Vol. 2 in 2 Parts. In-8°, 1.330 p. Macmillan. 31f,25.

Harrison (W.-J.) and Bailey (R.-J.). — Chemistry for All; or, Alternative Elementary Chemistry in Accordance with the Syllabus of the Department of Science and Art. Illust. In-8°, vi-150 p. Blackie. 1f,90.

Thomson (J.-J.). — Notes on Recent Researches in Electricity and Magnetism : Intended as a Sequel to Professor Clerk-Maxwell's *Treatise on Electricity and Magnetism.* In-8°, 586 p. Clarendon Press. 23f,15.

Tyndall (J.). — Sound. 5th ed., Revised. In-8°, 460 p. Longmans. 13f,55.

Wells (G.-S.-V.). — Volumetric Analysis. In-8°, 90 p. Simpkin. 3f,75.

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

BROWNE (A.-J. JUKES). — Geology : An Elementary Handbook. Illust. In-8°, IX-248 p. Whittaker. 5 fr.
COLE (G.-A.-J). — Aids in Practical Geology. With numerous Illusts. 2nd ed., Revised. In-8°, 400 p. C. Griffin and Co. 13f,15.
COTTA (B. VON). — Rocks Classified and Described : A Treatise on Lithology. With English, German and French Synonyms. Trans. by *P.-H. Lawrence*. Reprinted without Alteration from the 2nd ed. In-8°, 430 p. Longmans. 17f,50.
HOWORTH (Sir H.-H.). — The glacial Nightmare and the Flood : A Second Appeal to Common Sense from the Extravagance of Recent Geology. 2 vols. In-8°, 916 p. Low. 37f,50.
HUTCHINSON (H.-N.). — Extinct Monsters : A Popular Account of some of the Larger Forms of Ancient Animal Life. New ed., Corrected and Enlarged. In-8vo, 250 p. Chapman and Hall. 15 fr.
KAYSER (E.). — Text-Book of Comparative Geology. Trans. and Edit. By *Ph. Lake*. With 595 Illusts. (73 Plates and 70 Figures in the Texte.) In-8°, XII-426 p. Swan Sonnenschein. 22f,50.
Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom. The Jurassic Rocks of Britain. By *C. Fox-Strangways*. Vol. 1. Yorkshire. 10f,65.
—— —— Vol. 2, Yorkshire. Tables of Fossils. 15 fr.
ROBERTS (R.-D.). — The Earth's History : An Introduction to Modern Geology. With Coloured Maps and Illusts. In-8°, 288 p. Murray 6f,25.
WILEY (W.-H.) and KING (S.). — The Yosemite, Alaska and the Yellowstone. (Extr. de l'*Engineering*.) In-4°, 230 p. Office. 18f,75.

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

BOVEY (H.-T.). — Theory of Structures and Strength of Materials. In-8°. Gay and Bird. 46f,90.
CLARK (D.-K.). — The Steam Engine : A Treatise on Steam Engines and Boilers. Comprising the Principles and Practice of the Combustion of Fuel, the Economical Generation of Steam, the Construction of Steam Boilers, and the Principles, Construction and Performance of Steam Engines — Stationary,

Portable, Locomotive and Marine — exemplified in Engines and Boilers of Recent Date. Illust. by above 2.000 Figures in the Text and a Series of Folding Plates drawn to Scale. 2 vols. In-8°, 822 p. Blackie. 62f,50.

COLYER (F.). — Hydraulic, Steam and Hand-Power Lifting and Pressing Machinery. 2nd ed., Revised, Enlarged and partly Re-written. In-8°. Spons. 35 fr.

CROWTHER (W.-E.). — Text Book of Machine Construction and Drawing. 3rd ed., Revised. In-fol. J. Heywood. 1f,25.

CULLEN (W.). — Practical Treatise on the Construction of Horizontal and Vertical Water-Wheels. In-8°. Spons. 6f,25.

HETT (C.-L.). — The Turbine Manual and Millwright Handbook. In-8°. Spons. 2f,50.

HOPKINSON (J.). — Original Papers on Dynamo-Machinery and Allied Subjects. In-8°, 246 p. Whittaker. 6f,25.

KENNEDY (A.-B.-W.). — The Mechanics of Machinery. With numerous Illusts. In-8°, 652 p. Macmillan. 10f,65.

LANGMAID (J.) and GAISFORD (H.). — Elementary Lessons in Steam Machinery and the Marine Steam Engine. In-8°. 7f,50.

LOW (D.-A.) and BEVIS (A.-W.). — A Manual of Machine Drawing and Design. In-8°, 350 p. Longmans. 9f,40.

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie.*

HOPKINS (W.-J.). — Telephone Lines and their Properties. In-8°, 276 p. Longmans. 7f,50.

KAPP (G.). — Dynamos, Alternators, and Transformers. Illust. In-8°, 480 p. Biggs and Co. 13f,15.

MAYCOCK (W.-P.). — Electric Lighting and Power Distributing. Part 2. Illusts. In-8°, 110 p. Whittaker. 3f,15.

MERRILL (E.-A.). — Electric Lighting Specifications. For the Use of Engineers and Architects. With the Latest Edition of the Phœnix Fire Office Rules, by sanction of Mr. Musgrave Heapy. In-8°, 180 p. Whittaker. 7f,50.

MUNRO (J.) and JAMIESON (A.). — Pocket-book of Electrical Rules and Tables for the Use of Electricians and Engineers. 9th ed., Revised and Enlarged. Oblong. 674 p. Griffin. 10f,65.

NIBLETT (J.-T.). — Portative Electricity : Being a Treatise on the Application, Methods of Construction and the Management of Portable Secondary Batteries. Fully Illust. In-8°, 234 p. Biggs and Co. 3f,15.

Practical Iron Founding. By the Author of *Principles of Pattern-Making*. 2nd ed. In-8°, 200 p. Whittaker. 5 fr.

SLOANNE (T.-O'C.). — The Standard Electrical Dictionary : A Popular Dictionary of Words and Terms Used in the Practice of Electrical Engineering. In-8°, 622 p. Crosby Lockwood and Son. 15^{f},75.

THOMPSON (S.-P.) and THOMAS (E.). — Electrical Tables and Memoranda. Illust. In-64, v-128 p. Spons. 1^{f},25.

THORPE (T.-E.). — Dictionary of Applied Chemistry. 3 vols. Vol. 3. In-8°, 1.046 p. Longmans. 78^{f},75.

VERITY (J.-B.). — Electricity Up to Date, for Light, Power, and Traction. 3rd ed. In-8°. Warne. 2 fr.

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

GABBOTT (E.-L.). — How to invest in Mines. A Review of the Mine, the Company and the Market. London. In-8°, 96 p. 3^{f},75.

KENDALL (J.-D.). — The Iron Ores et Great Britain and Ireland : Their Mode of Occurrence, Age and Origin, and the Methods of Searching for and Working Them. With numerous Illusts. In-8°, 424 p. Crosby Lockwood and Son. 20 fr.

Parliamentary. — Mines. Inspectors' Reports for 1892. Statistical Summary. Map. 0^{f},65.

—— Park Slip Colliery Explosion. Reports by MM. Young, etc. 1^{f},60.

—— Mines. List of Mines Worked in 1892. 2^{f},50.

—— Mining Royalties. 4th Report. Evidence and Appendices. 3^{f},45.

—— —— Final Report. With Appendices. 2^{f},20.

POTTS. — Mining Register and Directory for the Coal and Ironstone Trades of Great Britain and Ireland, 1893. In-8°. North Shields, Potts. Simpkin. 12^{f},50.

7° *Construction. — Chemins de fer.*

DARLINGTON (H.-R.). — The Railway Rates and the Carriage of Marchandise by Railway. In-8°. Stevens and Sons. 31^{f},25.

HEATH (A.-H.). — A Manual on Lime and Cement : Their Treatment and Use in Construction. In-8°, 220 p. Spons. 7^{f},50.

Parliamentary. — Railway Accidents. Returns and Inspectors' Reports for 1892. 2^{f},95.

Parliamentary. — Railway Rates and Charges Order Conf. Acts, 1891-92. Analysis. 1f,25.

—— Railway, etc., Bills, Report by Board of Trade upon all the Railway, Canal, Tramway, Gas and Water Bills, 1893. 0f,55.

PHILLIPS (P.). — The Forth Railway Bridge: Being the Expended Edition of *The Giant's Anatomy*. With 20 Illusts. In-4°. Edinburgh, Grant. Simpkin. 4f,40.

STRETTON (C.-E.). — Safe Railway Working: A Popular Treatise on Railway Accidents, their Cause and Prevention; with a Description of Modern Appliances and Systems. With numerous Illusts. 3rd ed., Revised and Enlarged. In-8°, x-230 p. Crosby Lockwood and Son. 4f,40.

—— The Locomotive Engine and its Development. 2nd ed.. Revised and Enlarged. In-8°, 210 p. Crosby Lockwood and Son. 4f,40.

8° *Objets divers.*

ADCOCK's Engineer's Pocket-book for 1893. In-12. Simpkin. 7f,50.

BREWER (J.-S.). — Elementary Engineering: A Manual for Young Marine Engineers and Apprentices, in the Form of Questions and Answers on Metals, Alloys, Strength of Materials, Construction and Management of Marine Engines and Boilers, Geometry, etc. With an Appendix of Useful Tables. 2nd ed., Carefully Revised and Enlarged. In-8°, VIII-136 p. Crosby Lockwood and Son. 2f,50.

KENT (W.-G.). — The Water Meter: Its Difficulties, Types and Applications. A Manual of Reference and Fact in Connection with the Supply of Water by Meter. In-8°, 126 p. Spons. 4f,40.

FLETCHER (J.-J.). — A Pocket Glossary of Technical Terms, English-French, French-English. With Tables Suitable for the Architectural, Engineering, Manufacturing and Nautical Professions. 2nd ed., Revised and Enlarged. In-96, XI-203 p. Crosby Lockwood and Son. 1f,90.

OUVRAGES AMÉRICAINS.

Barr (W.-M.). — Pumping Machinery : A Practical Handbook Relating to the Construction and Management of Steam and Power Pumping Machines. Illusts. In-8°, 447 p. Philadelphia, J.-B. Lippincott Co. 31f,25.

Hoffmann (H.-G.). — The Metallurgy of Lead, and the Desilverisation of Base Bullion. New-York. In-8°. Illustr. 45 fr.

OUVRAGES SUISSES.

Haeusler (R.). — Notes sur la distribution des Lituolides dans les terrains jurassiques de la Suisse. (Extr. des *Mém. de la soc. palépnt. suisse.*) Genève. In-4°, 42 p. 7 fr.

de Loriol (P.). — Études sur les mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura bernois. Accompagnées d'une notice stratigraphique par *E. Koby.* (Extr. du même recueil). Genève. In-4°, 419 p. av. 37 pl. 42 fr.

Maillard (G.) et A. Locard. — Monographie des Mollusques tertiaires, terrestres et fluviatiles de la Suisse. (Extr. du même recueil). Genève. In-4°, xxv-275 p. av. 12 pl. 15 fr.

Studer (T.). — Ueber zwei fossile dekapode Krebse aus den Molasseablagerungen des Belpberges. (Extr. du même recueil). Zürich. In-4°, 8 p. av. 1 pl. 5 fr.

OUVRAGES ALLEMANDS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

Fialkowski (N.). — Die vollständige Trisection des Winkels. Vienne, Halm und Goldmann. In-8°, 27 p., 30 fig. 3f,75. (917)

HENTZSCHEL (E.). — Studien über die Reduction der Potentialgleichung auf gewöhnliche Differentialgleichungen. Ein Anhang zu Heine's Handbuch der Kugelfunctionen. Berlin, G. Reimer. In-8°, VII-180 p. 7f,50. (924)

KOLL (O.). — Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinsten Quadrate mit ihrer Anwendung auf die Geodäsie und die Wassermessungen. Berlin, J. Springer. In-8°, VIII-323-31 p. av. fig. 12f,50. (1330)

KRAFT (F.). — Abriss des geometrischen Kalküls. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, XII-255 p. av. fig. 7f,50. (925)

SCHELLENBERG (C.). — Neue Behandlung der hypergeometrischen Funktion auf Grund ihrer Definition durch das bestimmte Integral. Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht. In-8°, 68 p. 2 fr. (542)

STAHL (H.) und V. KOMMERELL. — Die Grundformen der allgmeinen Flächentheorie. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, VI-114 p. av. 1 pl. 5 fr. (547)

STURM (R.). — Die Gebilde 1. und 2. Grades der Liniengeometrie in synthetischer Behandlung. II. Thl. Die Strahlencongruenzen 1. u. 2. Ordnung. Leipzig. B.-G. Teubner. In-8°, XIV-367 p. 15 fr. (549)

WEICHOLD (G.). — Lehrbuch der Determinanten und deren Anwendungen. I. Tl. Bearbeitet nach System Kleyer. Stuttgart, J. Maier. In-8°, XVI-380 p. 12f,50. (166)

2° *Physique et Chimie.*

BERZELIUS und LIEBIG. — Ihre Briefe von 1831-1845 mit erläuternden Einschaltungen aus gleichzeitigen Briefen von Liebig und Wöhler, sowie wissenschaftlichen Nachweisen, herausgegeben von *Just. Carrière*. Munich, J.-F. Lehmann. In-8°, VII-279 p. av. 2 portraits. 7f,50. (135)

CZAPSKI (S.). — Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. (Extr. du *Handbuch der Physik* de *A. Winkelmann*). Breslau, E. Trewendt. In-8°, VIII-292 p. av. fig. 12 fr. (1691)

EDER (J.-M.). — Beiträge zur Spectralanalyse. I. Das Emissions-Spectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme. II. Die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlänge im Ultravioletten. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, F. Tempsky. In-4°, 24 p. av. 3 fig. et 2 pl. 2f,75. (1692)

Fischer (F.). — Handbuch der chemischen Technologie. Leipzig, O. Wigand. In-8°, xii-1164 p. av. 716 fig. 18f,75. (1556)

Hantsch (A.). — Grundriss der Stereochemie. (Extr. du *Handwörterbuch der Chemie*). Breslau, E. Trewendt. In-8°, viii-144 p. av. fig. 5 fr. (923)

Januschke (H.). — Der Aetherdruck als einheitliche Naturkraft. Teschen, K. Prochaska. In-8°, 68 p. av. fig. 2f,25. (1695)

Jurisch (K.-W.). — Handbuch der Schwefelsäurefabrikation. Stuttgart, F. Enke. In-8°, vii-368 p. av. 39 fig. 17f,50. (1948)

König (A.) und C. Dieterici. — Die Grundempfindungen in normalen und anomalen Farbensystemen und ihre Intensitätsverteilung im Spektrum. (Extr. de la *Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane*). Hambourg, L. Voss. In-8°, 107 p. av. 8 fig. 3f,75. (530)

Krafft (F.). — Kurzes Lehrbuch der Chemie. II. Organische Chemie. Vienne, F. Deuticke. In-8°, ix-725 p. av. fig. 18f,75. (1698)

van Laar (J.-J.). — Die Thermodynamik in der Chemie. Amsterdam. Leipzig, W. Engelmann. In-8°, xvi-196 p. av. 15 fig. 8f,75. (1332)

Lessing (E.). — Vervollkommnung der Refractionsbestimmung bis zur Unabhängigkeit vom Gesuchten. Hambourg, O. Meissner. In-8°, 13 p. av. fig. et 2 pl. 2f,50. (532)

v. Lommel (E.). — Lehrbuch der Experimentalphysik. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, x-643 p. av. 424 fig. 8 fr. (928)

Müller (J.). — Die Lehre von der Electrizität und dem Magnetismus. Mittweida, Polytechn. Buchh. In-8°, ix-356 p. av. 176 fig. et 4 pl. 9f,40. (1336)

Neumann (C.). — Beiträge zu einzelnen Theilen der mathematischen Physik, insbesondere zur Elektrodynamik und Hydrodynamik, Elektrostatik und magnetischen Induction. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, ix-314 p. av. fig. 12f,50. (932)

v. Possanner (B.). — Chemische Technologie der landwirthschaftlichen Gewebe, nebst einer kurzen Abhandlung über Mineralöle, etc. Vienne, Hof-u. Staatsdruckerei. In-4°, xviii-768 p. av. 949 fig. dans le texte, 38 pl., 17 fig. en coul. et 5 pl. photo-lith. 12f,50. (787)

Preyer (W.). — Das genetische System der chemischen Elemente. Berlin, R. Friedländer und Sohn. In-8°, v-104 p. av. 1 pl. 5 fr (1340)

Reiff (R.). — Elasticität und Elektricität. Freiburg i/Br., J.-C.-B. Mohr. In-8°, x-181 p. 6f,25. (1707)

Scholl (R.). — Entwicklungsgeschichte und kritisch experimenteller Vergleich der Theorien über die Natur der sogenannten

Knallsäure und ihrer Derivate. Munich, J.-F. Lehmann. In-8°, 103 p. 3 fr. (1343)

SEELIGER (H.). — Theorie der Beleuchtung staubförmiger kosmischer Massen, insbesondere des Saturnringes. (Extr. des *Abhandl. d. k. bayr. Akad. d. Wissenschaften*). Munich, G. Franz. In-4°, 72 p. 2f,75. (1703)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

AMALITZKY (W.). — Ueber die Anthracosien der Permformation Russlands. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°, p. 123-213 av. 5 pl. 18f,75. (128)

BITTNER (A.). — Decapoden des pannonischen Tertiärs. (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, F. Tempsky. In-8°, 28 p. av. 2 pl. 1f,25. (1688)

BLOCHMANN (F.). — Untersuchungen über den Bau der Brachiopoden. Iéna, G. Fischer. In-4°, v-66 p. av. atlas de 7 pl. 31f,25. (906)

DOELTER (C.). — Edelsteinkunde. Bestimmung und Unterscheidung der Edelsteine und Schmucksteine. Die künstliche Darstellung der Edelsteine. Leipzig, Veit und Co. In-8°, VIII-260 p. av. fig. 6f,25. (913)

FRICKER (K.). — Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises. Leipzig, Rossberg. In-8°, VIII-208 p. av. 1 carte en coul. 6f,25. (1329)

FRITSCH (A.). — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. III. Bd., 2 Heft. Prague, F. Rivnac. In-f°, p. 49-80 av. 10 pl. 40 fr. (1557)

GROTH (P.), und F. GRÜNLING. — Repertorium der mineralogischen und krystallographischen Literatur vom Anfang des Jahres 1891 und Generalregister der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie XI-XX. Bd. 1. Thl. (Repertorium von *P. Groth*). Leipzig, W. Engelmann. In-8°, III-206 p. 11f,25. (921)

HOERNES (R.). — Erdbebenkunde. Die Erscheinungen und Ursachen der Erdbeben, die Methoden ihrer Beobachtung. Leipzig, Veit und C°. In-8°, VII-452, p. av. fig., et cartes dans le texte et 2 pl. 12f,50. (1325)

KLOCMANN (F.). — Lehrbuch der Mineralogie. Für Studierende und zum Selbstunterricht bearbeitet. 2. Hälfte. Stuttgart, F. Enke. In-8°, XII p. et p. 193-467, av. 173 fig. 15 fr. (152

MARTINI und CHEMNITZ. — Systematisches Conchylien-Cabinet.

In Verbindung mit Philippi, L. Pfeiffer, Duncker, etc. neu herausgegeben und vervollständigt von *H.-C. Küster*, nach dessen Tode fortgesetzt von *W. Kobelt*. Livr. 393 et 394. Nuremberg, Bauer und Raspe. In-4°, 88 p. av. 12 pl. color. Chaque livraison 11f,25. (536)

PANTOCSEK (J.). — Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns. III. Thl. : Süsswasser-Bacillarien. Anhang : Analysen 15 neuer Dépôts von Bulgarien, Japan, Mähren, Russland und Ungarn. Tavarnok. Berlin, R. Friedländer und Sohn. In-8°, 42 pl. phototyp. 112f,50. (1337)

PHILIPPI (R.-A.). — Tertiärversteinerungen aus der argentinischen Republik. (Extr. des *Anales del museo nacional de Chile*). Leipzig, F.-A. Brockhaus. In-4°, 12 p. av. 4 pl. 6f,25. (936)

POHLIG (H.). — Monographie der Elephas antiquus Falc. führenden Travertine Thüringens, ihrer Fauna und Flora. II. Stück : Die Cerviden des thüringischen Diluvial-Travertines, mit Beiträgen über andere diluviale und über recente Hirschformen. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°, III p. et p. 215-262, av. 29 fig. et 4 pl. 15 fr. (159)

v. SEEBACH (K.). — Ueber Vulkane Centralamerikas. Aus den nachgelassenen Aufzeichnungen. (Extr. des *Abhandl. d. k. Gesellsch. der Wissenschaften zu Göttingen*). Göttingen, Dieterich. In-4°, 251 p. av. 9 pl., 15 cartes et 8 fig. dans le texte. 32f,50. (545)

TOULA (F.). — Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan und in anderen Theilen von Bulgarien und Ostrumelien. II. Abth. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. der Wissenchaften*). Vienne, F. Tempsky. In-4°, 70 p., av. 33 fig. et 6 pl. 10 fr. (550)

v. WETTSTEIN (R.). — Die fossile Flora der Höttinger Breccie. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. der Wissenschaften*). Vienne, F. Tempsky. In-4°, 48 p., 1 fig., 7 pl. 7f,25. (556)

ZITTEL (K.-A.). — Handbuch der Palaeontologie. I. Abth. IV. Bd. 1. Lfg. In der Gesammtfolge I. Abth. 14. Lfg. Munich. In-8°, 304 p. av. 245 fig. 13f,75. (558)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

HAEDER (H.). — Bau und Betrieb der Dampfkessel. Aus der Praxis für die Praxis bearbeitet. Duisburg. Düsseldorf, L. Schwann. In-8°, XIV-256 p. av. 821 fig., 138 tabl. et 1 atlas de 20 pl. 10 fr. (1559)

v. Hoyer (E.). — Kurzes Handbuch der Maschinenkunde. 1. Hälfte: Munich, Th. Ackermann. In-8°, 384 p. av. fig. 12 fr. (1560)

Indra (A.). — Neue ballistische Theorien. I. Analytische Theorie der Wärmeleitung in Geschützrohren. Pola, E. Scharff. In-8°, xiv-177 p. 7f,50. (1327)

Kræmer (J.). — Construction und Berechnung für 12 verschiedene Typen von Dynamo-Gleichstrom-Maschinen. Leipzig, O. Leiner. In-fol., viii-38 p. av. 16 pl. et 48 fig. 12f,50. (783)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

Köhler (R.). — Ueber die Darstellung und Verwendbarkeit des Aluminiums. Altenburg. In-4°, 22 p. 1f,25. (1129)

Schilling (E.). — Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung des Steinkohlen-Leuchtgases. Munich, R. Oldenbourg. In-4°, vii-259 p. av. 196 fig. 15 fr. (391)

6° *Construction. — Chemins de fer.*

Encyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens in alphabetischer Anordnung. Herausgegeben von *V. Röll* unter redaktioneller Mitwirkung von F. Kienesperger und Ch. Lang in Verbindung mit Abt, Askenasy, Barkhausen, etc. V. Bd. Istrianer Bahnen bis Personenverkehr. Vienne, C. Gerold's Sohn. In-8°, p. 2059-2618, av. 383 fig., 13 pl. et 3 cartes. 12f,50. (1554)

Engesser (F.). — Die Zusatzkräfte und Nebenspannungen eiserner Faschwerkbrücken. 2 Tle. Berlin, J. Springer. In-8°, av. fig. 12f,50. (1555)

Eger (G.). — Das internationale Uebereinkommen über den Eisenbahnfrachtverkehr. Vom 14 Oktober 1890. Erläutert. 1. Heft. Berlin, C. Heymann. In-8°, iii-xli-256 p. 6f,25. (79)

Troske (L.). — Die Londoner Untergrundbahnen. (Extr. de la *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*). Berlin, J. Springer. In-4°, v-102 p. av. 156 et 2 pl. 12f,50. (790)

7° *Législation. — Économie politique et sociale.*

Piloty (R.). — Die Arbeiterversicherungsgesetze des Deutschen Reichs, erläutert und mit Nebengesetzen und Ausführungsgesetzen herausgegeben. 2 Bde. Munich, C. H. Beck. In-16. 4f,40. (1666)

SCHNEIDER (G.). — Zum Bergschadenrecht. Teplitz, E. Pözzler. In-8°, 71 p. 3f,15. (1672)

8° *Objets divers.*

BECK (L.). — Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung. II. Abtlg. Vom Mittelalter bis zur nuesten Zeit. I. Tl. Das 16 und 17. Jahrhundert. 1. Lfg. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°, 176 p. av. fig. 6f,25. (1160)

OUVRAGES RUSSES.

HILBIG (H.). — Deutsch-russisches Taschen-Wörterbuch für Techniker. Riega, A. Stieda. In-16, VI-136 p. 6f,25. (1169)

v. KNABBE (W.). — Fraiser und deren Rolle bei dem derzeitigen Stande des Maschinenbaues. Auf theoretisch-praktischer Grundlage bearbeitet. I. Thl. Kharkow. In-8°, III-169 p. av. 1 atl. de 39 pl. 15 fr.

v. KOKSCHAROW (N.). — Materialien zur Mineralogie Russlands. XI. Bd., f. 7-13. Saint-Pétersbourg. In-8°, 11 p. et p. 97-138. 4f,40.

KRAMSZTYK (S.). — Szkice przyrodnicze z dziedziny fiziki, geofizyki i astronomii. Varsovie. In-8°, VI-347 p. (Notes de sciences naturelles relatives à la physique, à la physique terrestre et à l'astronomie). 10 fr.

LEBEDEFF (N.). — Obersilurische Fauna des Timan. (Extr. des *Mémoires du comité géologique*). Saint-Pétersbourg, Eggers et Co. In-4°, V-48 p. av. 3 pl. 4f,50.

LUBIMOFF (N.). — Histoire de la Physique (en russe). Ire partie. Saint-Pétersbourg. In-8°, 264 p. 10 fr.

Mélanges géologiques et paléontologiques tirés du Bulletin de l'académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg. T. I, livr. 1. Saint-Pétersbourg. In-8°, III-152 p. av. fig. et 7 pl. 6f,75.

OUVRAGES ITALIENS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

CRESCINI (E.). — Sul moto di un sistema rigido che si appoggia su di una superficie fissa : memoria. Pise, tip. Pieraccini. In-8°, 30 p. (Extr. du *Nuovo Cimento.*) (2542)

IPATA (L.). — Del circolo e delle sue proprietà trigonometriche. Rome, tip. Ed. Perino. In-8°, 16 p., 3 pl. (658)

LONGONI (G.). — La regola del tre : osservazioni e proposta. Gênes, tip. L. Sambolino e figlio. In-8°, 40 p., 1 fr. (2982)

PINCHERLE (S.). — Algebra complementare. Parte I (Analisi algebrica). Milan, U. Hoepli. In-16°, VIII-176 p. av. fig. (663)

—— Applicazione alla geometria di una osservazione di aritmetica : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 8 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (2177)

RATTO (G.). — La trisezione dell'angolo, risolta e dimostrata geometricamente. Gênes, Montalto. In-4°, 15 p. av. pl. (1414)

2° *Physique et Chimie.*

BARTOLI (A.) e E. STRACCIATI. — Sulla variabilità del calore specifico dell' acqua 0° e + 32° : memoria. Pise, tip. Pieraccini. In-8°, 60 p. av. 3 pl. (Extr. du *Nuovo Cimento.*) (2168)

BERTOLINI (G.). — Nozioni di elettricità e di magnetismo. Parte I (Nozioni teoriche). Gênes, tip. dell' istituto Sordomuti. In-8°, 482 p. av. fig. (1042)

BIZZARRI (D.). — Tabelle di analisi chimica qualificativa dei principali corpi inorganici, con spiegazioni teorico-pratiche e con alcuni saggi su materiali da costruzione. Turin, F. Negro. Disp. 2. In-8°, p. 33-64. 1 fr. la livraison. (1043)

—— Disp. 3. In-8°, p. 65-96. 1 fr. la livraison (2975)

CARBONELLI (E.). — Del valore e delle variazioni delle valenze chimiche. Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 11 p. (Extr. des *Atti della soc. ligustica di scienze naturali.*) (655)

—— Sulle eccezioni alle leggi dei calori specifici. Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 17 p. (Extr. du même recueil.) (656)

CHISTONI (C.). — Magnetometro unifilare dei seni. Modène, tip.

della soc. tipografica. In-4°, 24 p., 4 pl. (Extr. des *Memorie della r. accad. di scienze, lettere ed arti di Modena.*) (3919)

Fabri (C.). — Sui moti vorticosi nei fluidi perfetti : memoria. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 67 p. (2173)

Gaizo (M. Del). — Studî di Leibnitz, Bernoulli, Ramazzini, Hoffmann e Baglivi sulla pressione atmosferica. Naples, tip. della r. Università. In-4°, 23 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontaniana.*) (657)

Garibaldi (P.-M.). — Resistenza al passaggio della corrente elettrica ; studio teorico e sperimentale : nota preliminare. Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 12 p. avec pl. (Extr. des *Atti della soc. ligustica di scienze naturali.*) (2514)

Negri (C.-B.). — Sul cloroplatinato di dimetilammina : nota. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 4 p. (Extr. de la *Rivista di mineralogia e cristallografia italiana.*) (3924)

Oddone (E.). — Di un fenomeno ottico nella montagna. Turin, tip. G. Candeletti. In-8°, 7 p. (Extr. de la *Rivista mensile del C. A. I.*) (3925)

Righi (A.). — Sulla distribuzione del potenziale nell' aria rarefatta percorsa dalla corrente elettrica. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 31 p., av. fig. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (3475)

Roncagliolo (C.). — Sulla solubilità della metacetina. Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 11 p. (Extr. des *Atti della soc. ligustica di sc. naturali.*) (666)

Venturoli (G.). — Di un composto di cloralio coll' ossido di piombo : Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 8 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (281)

Villari (E.). — Azione del magnetismo trasversale sul magnetismo ordinario del ferro e dell' acciaio : ricerche. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 37 p., av. fig. (Extr. du même recueil.) (3477)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

Artini (E.). — Sopra alcune rocce dei dintorni del lago d'Orta. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 7 p. (Extr. du *Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia.*) (1039)

—— Appunti petrografici sopra alcune rocce italiane. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 9 p. (Extr. du même recueil.) (3915)

Bentivoglio (T.). — Analisi dei sedimenti marini di alcune pro-

fondità del mar Rosso, dragati nella campagna idrografica della r. nave Scilla nel 1891-92. Modène, tip. G. T. Vincenzi e nipoti. In-16, 202 p. av. 2 pl. (Extr. des *Atti della soc. dei naturalisti di Modena.*) (1041)

Bombicci (L.). — Sulla coesistenza delle sue inverse plagiedrie sopra una faccia di un cristallo di quarzo di Carrara, e sulle spirali di Airy presentate da una sezione ottica dello stesso cristallo e di altri. — Sulle guglie conoidi rimpiazzanti le piramidi esagono-isosceloedriche in due esemplari di quarzo del Vallese e dell' isola d' Elba : loro correlazioni con i rilievi lanceolari del quarzo di Porretta. — Sulle modificazioni degli spigoli verticali nei prismi esagoni di quarzo di Carrara, e su quelle che strutturalmente vi corrispondono nei cristalli di altre specie minerali. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 49 p., 4 pl. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (2170)

Busatti (L.). — Alcune rocce delle pendici nord-occidentali della Sila (Calabria). Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 6 p. (Extr. des *Proc. verb. della soc. toscana di sc. naturali.*) (3917)

Casella (G.). — Studio cristallografico ed ottico. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 7 p. (Extr. du *Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia.*) (1403)

Corti (B.). — Foraminiferi e radiolari fossili delle sabbie gialle plioceniche della collina tra Spicchio e Limite sulla sponda destra dell' Arno : nota paleontologica. Pavie, tip. succ. Bizzoni. In-8, 12 p. av. planche. (Extr. du *Bolletino scientifico.*) (1045)

Fucini (A.). — Alcuni fossili del Lias inferiore delle alpi apuane e dell' appennino di Lunigiana. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 18 p. (Extr. des *Atti della soc. toscana di sc. naturali.*) (2980)

Marco (C.). — Studio geologico dell' anfiteatro morenico d'Ivrea. Turin, tip. L. Roux e C. In-4°, 62 p. (277)

Mazzuoli (L.). — Nuove osservazioni sulle formazioni ofiolitiche della riviera di levante in Liguria. Rome, tip. Nazionale. In-8°, 46 p. av. 2 pl. (Extr. du *Bollett. del r. comitato geologico.*) (660)

Meli (R.) — Sopra alcuni resti di mammiferi fossili nei terreni quaternarî della provincia di Roma : comunicazioni. Rome, tip. della r. accad. dei Lincei. In-8°, 5 p. (Extr. du *Bollett. della soc. geol. italiana.*) (278)

Meschinelli (A.) et X. Squinabol. — Flora tertiaria italica. Patavii, tip. Seminarii. In-8°, LXII-578 p. 40 fr. (2547)

MONTI (R.). — Appunti petrografici sopra alcune rocce della provincia di Brescia. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 5 p. (Extr. du *Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia.*) (1411)

MORO (G.). — Un episodio geologico del diluvio universale. Venise, tip. succ. M. Fontana. In-8°, 53 p. (Extr. de l'*Ateneo veneto.*) (662)

NEGRI (G.-B.). — Sopra le forme cristalline della Baritina di Montevecchio (Sardegna) e di Millesimo (Liguria) : nota. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 14 p. (Extr. de la *Rivista di mineralogia e cristallografia italiana.*) (2987)

PANEBIANCO (R.). — Erreurs niées par le prof. Sansoni. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 16 p. (Extr. du même recueil.) (3473)

—— De hoc satis? Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 26 p. (Suppl. au même recueil.) (3926)

PARONA (C.-F.). — Revisione della fauna liasica di Gozzano in Piemonte : memoria. Turin, C. Clausen. In-4°, 50 p. (Extr. des *Mem. della r. accad. d. scienze di Torino.*) (1412)

PIZZETTI (P.). — Gli odierni studi sulla figura della terra : discorso letto nella solenne inaugurazione dell' anno accademico 1892-93 [nella università di Genova]. Gênes, tip. P. Martini. In-8°, 51 p. (2179)

Resoconti della X adunanza generale estiva, tenuta dalla società geologica italiana in Sicilia dal 2 al 12 ottobre 1891, compilati dal segretario prof. *Romolo Meli.* Rome, tip. della r. accad. dei Lincei. In-8°, 54 p. (Extr. du *Bollett. della Soc. geol. italiana.*) (280)

REYER (E.). — Esperimenti di geologia e di geografia. Traduzione sulla prima edizione tedesca per il dott. *Fr. Virgilio.* Fasc. I. (Deformazione e genesi delle montagne.) Turin, tip. V. Bona. In-8°, 51 p. av. fig. et planche. 2 fr. le fascicule. (3474)

—— Fasc. II (Masse eruttive ed eruzioni vulcaniche.) Turin, tip. V. Bona. In-8°, 56 p. av. fig. 2 fr. le fascicule. (3929)

RIVA (C.). — Appunti sopra alcune arenarie dell'Apennino. Pavie, tip. In-8°, 5 p. (Extr. du *Giornale di mineralogia,* fr. Fusi. *cristallografia e petrografia.*) (1416)

—— Studio cristallografico di alcune sostanze organiche. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 4 p., av. fig. (Extr. du même recueil.) (3930)

SACCO (F.). — L'anfiteatro morecino del lago Maggiore : studio geologico. Turin, tip. Camilla e Bertolero. In-8°, 56 p. av. planche. (Extr. des *Annali della r. accad. di agricoltura di Torino.*) (1417)

SANSONI (F.). — Sulla serpentina d'Oira (Lago d'Orta) e sopra

alcune rocce ad essa associate : note litologiche. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 9 p. (Extr. du *Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia.*) (3931)

Somigliana (C.). — Ricerche sulla deformazione ed i fenomeni piezoelettrici in un cilindro cristallino. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 42 p. (Extr. du même recueil.) (1418)

Stefano (G. di) e C. Viola. — L'età dei tufi calcarei di Matera e di Gravina e il sottopiano Materino M. E. Rome, tip Nazionale. In-8°, 27 p. (Extr. du *Bollett. del r. comitato geologico.*) (667)

Trabucco (G.). — Sulla vera posizione di terreni terziari del Piemonte : nota preliminare. Pise, tip. T. Nistri. In-8°, 7 p. (Extr. des *Proc. verb. d. Soc. toscana di sc. nat.*) (2991)

Traverso (S.). — Forme lenticolari dell'argilla in Bognanco (Ossola). Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 10 p. (Extr. des *Atti della soc. ligustica di sc. naturali.*) (3476)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

Canevazzi (S.). — Meccanica applicata alle costruzioni : lavoro ad uso degli ingegneri, degli architetti, dei periti in costruzione e degli studenti delle regie scuole d'applicazione per gli ingegneri e dei corsi tecnici pei periti in costruzione. Texte et planches. Parte II, disp. 1. Turin, A. Negro. In-8°, p. 1-144 av. 21 pl. 8 fr. (1076)

Catechismo dei fuochisti e conduttori di machine a vapore, redatto da *C. Beer*, *Ad. de Vaux*, *Stevart e H. Dechamps*. Versione italiana, con l'aggiunta di alcune nozioni sulla condotta delle machine-locomotive, a cura dell'ing *C. Thonet*. Turin, F. Casanova. In-16, xii-164 p. (2618)

Gilardi (A.). — Il fenomeno di Leidenfrost; sue conseguenze in una caldaia a vapore. Milan, tip. degli ingegneri. In-8°, 11 p. (311)

Manzini (V.). — Flusso e reflusso del mare e corso dei fiumi utilizzati; la loro energia trasportata su ruote idrauliche ovoidali verticali o orizzontali divenute motori gratuiti universali e negli arieti idraulici divenuti specialmente compressori d'aria : descrizione. Venise, tip. Sociale. In-4°, 34 p., 3 pl. (312)

Reggiani (N.). — Sui manometri metallici e sugli apparati per la loro verificazione : memoria. Florence, tip. T. Giulini. In-8°, 30 p., 6 pl. (2631)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie.*

ADUCCO (A.). — Chimica agraria. Milan, U. Hoepli. In-16, 325 p. (2255)

FOLCHERAITER (G.) e A. CANCANI. — Norme per l'impianto dei parafulmini secondo le teorie moderne sulla propagazione dell' elettricità, con una prefazione del prof. *P. Blaserna.* Turin, E. Loescher. In-8°, IV-93 p. av. fig. 2 fr. (4014)

MURANI (O.). — Parafulmini : studio teorico e sperimentale. Milan, U. Hoepli. In-8°, VIII-110 p. av. fig. 3f,50. (2986)

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

Miniere solfuree Trezza (Romagna) : regolamento di servizio per gli impiegati addetti alle miniere. Cesena, Soc. cooper. tipografica. In-16, 17 p. (346)

Rivista del servizio minerario nel 1890 (Ministero di agricoltura, industria e commercio : direzione generale dell' agricoltura). Florence, tip. G. Barbèra .In-8°, CCLVI-855 p., 7 pl. 3f,50. (739)

SQUARCIALUPI (O.). — Le cave e fornaci Falorni all' Incisa Valdarno : relazione della commissione (Collegio degli architetti ed ingegneri di Firenze). Florence, tip. G. Carnesecchi e figli. In-8°, 15 p. av. planche. (Extr. des *Atti del collegio degli architetti ed ingegneri di Firenze.*) (2639)

7° *Construction. — Chemins de fer.*

CANOVETTI (C.). — La ferrovia del Sempione : studio dell' analisi del costo di trazione del treno chilometro del progetto Masson e Chapuis. Florence, stab. tip. Fiorentino. In-8°, 19 p. (Extr. de la *Rivista generale delle ferrovie.*) (3977)

Convenzione (La) di Berna sui trasporti internazionali di merci per ferrovia : testo francese e traduzione in lingua italiana, con brevissimi cenni storici, per cura di *A. Diligenti.* Prato, tip. Giachetti, figlio e C. In-16, 48 p. 1 fr. (990)

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie : norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Turin, Unione tipografico-editrice. In-4°, av. fig. Disp. 70-71, p. 257-299, 49-80, av. 6 pl., 2 fr. la livraison. (1810)

—— Disp. 72-73, p. 65-96, 1-32, av. 8 pl. 2 fr. la livraison. (3027)

FORTUNATO (G.). — Questioni ferroviarie. Roma, tip. Nazionale. In-8°, 22 p. (3510)

Grechi (C.). — Intercomunicatore ferroviario : apparecchio che mette in grado i viaggiatori di chiedere l' intervento del capotreno e di avvisare il macchinista. Florence, tip. G. Civelli. In-8°, 20 p. (3979)

Notizie (Alcune) circa il progetto di ferrovia del Sempione a sistema misto. Milan, tip. G. Civelli. In-8°, 12 p. (1465)

Nuti. — Su talune questioni trattate nella quarta sessione del congresso internazionale ferroviario di Pietroburgo : relazione al consiglio d'amministrazione (Soc. ital. per le strade ferrate della Sicilia). Rome, tip. Nazionale di G. Bertero. In-4°, 66 p. (3513)

Pansini (G.). — Per un tronco di ferrovia da Casale a Matera. Matera, tip. municipale. In-8°, 13 p. (3980)

Schenck (E.). — Momenti resistenti e pesi di travi metalliche composte : prontuario ad uso degli ingegneri, architetti e construttori, illustrato da esempî ed aggiuntavi una tabella per le chiodature. Milan, U. Hoepli. In-16, xxix-185 p. avec fig. (2257)

Sizia (F.). — Considerazioni tecniche ed economiche sulle ferrovie funicolari a trazione diretta di breve lunghezza a forti pendenze. Turin, tip. Camilla e Bertolero. In-8°, 16 p. (Extr. de l'*Ingegnere civile e le arti industriali.*) (3031)

Solieri (C.). — Manuale pratico per l'impiegato delle strade ferrate. Disp. 1-2. Sassari, tip. G. Dessi. In-4°, p. 1-32. 0f,25 la livraison. (2239)

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

Dejace (C.). — Gli infortunî sul lavoro e il rischio professionale : relazioni. Rome, tip. Nazionale. In-8°, 62 p. (1362)

Polizia (Sulla) delle miniere, cave e torbiere (75). Projetto Lacava (17 febbraio 1893). Rome, tip. del Senato. In-4°, 7 p. (1343)

Polizia (Sulla) dei lavori delle miniere, cave e torbiere (75-*A*). Relazione Cannizzaro (17 febbraio 1893). Rome, tip. del Senato, In-4°, 3 p. (2063)

9° *Objets divers.*

Crugnola (G.). — Dizionario tecnico di ingegneria e di architettura nelle lingue italiana, francese, inglese e tedesca, compresovi le scienze, arti e mestieri affini. Parte I, disp. 49. Turin, A.-F. Negro. In-8°, p. 321-368. (1811)

Ferraro (A.). — Rapport sur les triangulations. (Association géodésique internationale.) Florence, imp. G. Barbèra. In-4°, 585 p. (3926)

Molinari (F.). — Combustibili industriali e petrolio, con appendice sui medesimi in rapporto all'igiene ; legna, carbone, torba, lignite, litantrace, antracite, coke, gaz illuminante e petrolio : caratteri fisici e chimici, origine, distribuzione, estrazione, requisiti industriali, applicazioni per usi domestici, fornaci, caldaie e motrici a vapore, illuminazione, ecc. Milan, fr. Dumolard. In-16, xv-344 p. avec fig 4 fr. (729)

Pittei (C.). — Dell'origine, diffusione e perfezionamento del sistema metrico decimale. Florence, tip. A. Meozzi. In-8°, 32 p. (2178)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME TROISIÈME.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

EXPLOITATION DES MINES. — GITES MINÉRAUX.

CHIMIE. — MÉTALLURGIE.

MÉCANIQUE. — MACHINES.

CHEMINS DE FER.

LÉGISLATION. — ÉCONOMIE SOCIALE.

OBJETS DIVERS.

BULLETIN.

Législation étrangère.

BIBLIOGRAPHIE.

Premier semestre de 1893.

ERRATUM

Page 304, ligne 27, *au lieu de :* à faibles déclivités, *lire* : à fortes déclivités.

EXPLICATION DES PLANCHES

DU TOME TROISIÈME.

Pl. I et II. — Étude sur le raccordement des bassins houillers du nord de la France et du sud de l'Angleterre.

Pl. III et IV. — Étude sur le nouveau four Siemens.

Pl. V. — Pertes de charges dans les conduites d'eau d'après les formules de M. Flamant.

Pl. VI. — Systèmes de fermeture des recettes en usage dans la région de Commentry.

Pl. VII à XI. — Système anglais des signaux de chemins de fer.

Pl. XII. — Explosions de récipients soudés, à Lyon et à Tours.

Pl. XIII. — L'industrie des huiles de schiste en France et en Écosse.

Pl. XIV. — Étude théorique du rendement réel des machines à vapeur. Application aux locomotives.

PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 4 avril 1893, nommant M. VIETTE, *ministre des travaux publics* (*).

Arrêté ministériel, du 6 avril 1893, instituant, pour le département du PAS-DE-CALAIS, *deux commissions de surveillance des bateaux à vapeur, l'une à* CALAIS, *l'autre à* BOULOGNE, *en exécution de l'article 35 du décret du 1er février 1893 (**) (navigation maritime).*

(EXTRAIT.)

Art. 3. — La surveillance exercée par ces deux commissions s'étendra, en dehors des ports où elles sont instituées, sur les côtes et rivages du département du Pas-de-Calais, de la manière suivante :

1° *Commission de Calais :* depuis le cap Gris-Nez jusqu'à la limite du département du Nord;

2° *Commission de Boulogne :* depuis le cap Gris-Nez jusqu'à la limite du département de la Somme.

Décret du Président de la République, du 8 avril 1893, portant règlement pour l'exploitation des tourbières du département de la SOMME.

La Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

(*) M. Viette était démissionnaire.

(**) Voir *suprà*, p. 21.

Vu le projet de règlement, présenté par le préfet de la Somme, pour l'exploitation de la tourbe dans ce département;

Vu les avis du conseil général des mines, en date des 20 mai et 2 décembre 1892;

Vu les lois des 21 avril 1810 et 9 mai 1866 (*);

Vu la loi du 16 septembre 1807;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Les tourbières particulières ou communales, que renferme le département de la Somme, sont soumises aux mesures d'ordre et de police ci-après déterminées.

TITRE Ier. — TOURBAGES PARTICULIERS.

Art. 2. — Tout propriétaire, qui veut commencer une exploitation de tourbe sur son terrain, doit en faire préalablement la déclaration.

Semblable déclaration doit être faite, chaque année, par le propriétaire qui veut continuer une exploitation antérieurement commencée.

Art. 3. — Les déclarations sont adressées, trois mois avant le commencement des travaux, à la mairie de la commune où la tourbière doit être exploitée.

Elles font connaître les nom, prénoms et domicile du déclarant, le numéro de la parcelle cadastrale, l'étendue superficielle qu'il compte exploiter dans l'année, l'épaisseur de tourbe qu'il se propose d'enlever, et la profondeur finale de l'excavation. Il y est joint un plan au 1/1000e de la parcelle cadastrale, des trous à tourbes qui y existent déjà, des constructions, chemins et cours d'eau les plus voisins.

Si le déclarant n'habite pas la commune où la tourbière est située, il est tenu de faire, sur sa déclaration, élection de domicile dans cette commune.

Le maire consigne la déclaration sur un registre spécial, et en délivre un récépissé au déclarant.

Art. 4. — Le maire de la commune transmet, sans délai, au sous-préfet de l'arrondissement, la déclaration avec ses observations. Dans un délai de huit jours, le sous-préfet envoie ces pièces au préfet avec son avis. Le préfet renvoie le tout à l'ingénieur des mines, qui procède ou fait procéder, s'il y a lieu,

(*) Volume de 1866, p. 56.

à l'exploration des localités et aux opérations jugées nécessaires, et adresse, le plus tôt possible, au préfet ses propositions motivées.

Art. 5. — Le préfet statue sur les déclarations des habitants d'une même commune soit par des arrêtés individuels, soit par un arrêté collectif, s'il s'agit de parcelles dont la réunion forme un ensemble susceptible d'être exploité dans les mêmes conditions et au moyen de travaux d'utilité commune.

Les arrêtés d'autorisation fixent l'épaisseur de la tourbe à extraire et prescrivent l'exécution des mesures à prendre dans l'intérêt de la salubrité publique.

Les autorisations délivrées par le préfet peuvent être révoquées par lui, sur le rapport des ingénieurs, les intéressés entendus.

Art. 6. — Les arrêtés pris par le préfet sont adressés, par l'intermédiaire des sous-préfets, aux maires des communes respectives, qui sont chargés de les notifier aux intéressés. Cette notification doit être faite au plus tard dans le délai de trois mois, à partir du dépôt de la déclaration. Passé ce délai le déclarant peut, à défaut de notification, commencer à exploiter.

Art. 7. — Les arrêtés d'autorisation pourront prescrire aux exploitants l'exécution de travaux d'utilité commune.

Art. 8. — Dans le cas où les exploitants, après avoir été mis en demeure, n'exécutent point les travaux mis à leur charge ou négligent de les entretenir, il est pourvu aux dispositions nécessaires par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Les dépenses qui sont faites en pareil cas sont constatées, réglées et réparties dans les formes établies au titre V du présent décret.

TITRE II. — TOURBAGES COMMUNAUX ORDINAIRES.

Art. 9. — Les communes possédant des terrains tourbeux peuvent, par l'organe de leurs conseils municipaux, réunis dans la session de novembre, demander l'autorisation de faire, dans le cours de l'année suivante, à un emplacement déterminé, un tourbage ordinaire, exclusivement destiné au chauffage de leurs habitants. Elles doivent alors indiquer si elles désirent confier l'extraction à un adjudicataire, à des ateliers dirigés par des contremaîtres, ou à des sections de ménages, extrayant pour leur compte, et joindre à la délibération un plan, dressé conformément aux prescriptions de l'article 3.

Art. 10. — La délibération relative au tourbage communal, transmise par le sous-préfet avec son avis, est renvoyée par le

préfet à l'ingénieur des mines, qui doit déterminer tout d'abord la superficie à emparquer, pour obtenir la tourbe nécessaire au chauffage des habitants.

Art. 11. — L'ingénieur des mines soumet au préfet le procès-verbal d'emparquement, signé par le maire de la commune, donne son avis sur le mode d'exécution préféré par le conseil municipal, et indique les mesures qu'il juge nécessaires dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques.

Art. 12. — Le préfet prend un arrêté d'autorisation qu'il adresse au maire, par l'intermédiaire du sous-préfet. Le 15 mai, à défaut de notification, la commune pourra commencer ses travaux.

Art. 13. — L'ingénieur des mines vérifie, chaque année, après le tourbage, si les limites des emparquements n'ont pas été dépassées et si les travaux prescrits ont été exécutés.

TITRE III. — TOURBAGES EXTRAORDINAIRES.

Art. 14. — Les communes possédant des terrains tourbeux peuvent, par l'organe de leurs conseils municipaux, demander l'autorisation de mettre en adjudication l'extraction d'une certaine quantité de tourbe, sans aliénation du fonds, à l'effet de se procurer des ressources pour telle dépense déterminée.

Cette délibération est transmise, par le sous-préfet, avec son avis, au préfet, qui la fait parvenir à l'ingénieur des mines.

Art. 15. — L'ingénieur des mines, après avoir déterminé une étendue de terrains suffisante pour procurer les ressources prévues, transmet à la préfecture un procès-verbal d'emparquement, un cahier des charges, un plan au 1/1000e du terrain emparqué, un devis estimatif et un rapport explicatif.

Art. 16. — Lorsque le tourbage est autorisé, il est mis en adjudication publique, à l'enchère, sur la mise à prix indiquée au cahier des charges. Cette opération a lieu, suivant les cas, à la mairie de la commune ou à la sous-préfecture.

Art. 17. — Le plan et le cahier des charges sont ensuite adressés au maire de la commune chargé de veiller, conjointement avec l'ingénieur des mines, à ce que l'adjudicataire observe les limites de l'emparquement et les diverses clauses du cahier des charges.

Art. 18. — Le délai d'extraction, prévu au cahier des charges, ne peut être prolongé qu'en cas d'absolue nécessité. Aucune prolongation ne peut être accordée par le préfet, qu'après que le conseil municipal et l'ingénieur des mines auront été entendus.

Art. 19. — Le procès-verbal d'adjudication est considéré comme constituant un véritable bail d'extraction, et tiendra lieu à l'adjudicataire de l'autorisation prévue à l'article 5 du présent décret.

Art. 20. — Après l'expiration du délai d'extraction, l'ingénieur des mines fait le récolement du tourbage extraordinaire, comme il est dit à l'article 13 pour les tourbages ordinaires.

TITRE IV. — RÈGLES GÉNÉRALES POUR L'EXPLOITATION DE LA TOURBE.

Art. 21. — Tout extracteur de tourbe est tenu :

1° Soit de remblayer partiellement, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, les excavations qui résultent de l'enlèvement de la tourbe, et de niveler le terrain en fin d'exploitation, de sorte que tous ses points soient assez élevés au-dessus du niveau de l'eau dans les cours d'eau, canaux et fossés de desséchement du voisinage, pour être constamment à sec;

Soit, au contraire, d'entailler assez profondément le terrain, en contre-bas du niveau de l'eau dans les cours d'eau, canaux et fossés de desséchement du voisinage, pour qu'il y reste partout, et en tout temps au moins 0m,50 d'eau et, dans ce dernier cas, de tailler verticalement les bords des excavations;

2° D'établir et d'entretenir en bon état les rigoles ou fossés que l'administration jugera nécessaires pour assécher le terrain des excavations remblayées;

Ou, pour mettre les entailles non remblayées en communication avec les cours d'eau, canaux ou fossés de desséchement afin que leur fond ne soit jamais découvert d'eau;

3° De curer et repurger les rigoles d'égouttement ou de communication et les entailles non remblayées, toutes les fois que la nécessité en est reconnue par l'administration;

4° De se conformer aux conditions qui lui sont prescrites par le préfet, pour tout ce qui concerne la sûreté et la sabrité publiques.

Art. 22. — Les extractions par entailles, qui ne sont pas remblayées au fur et à mesure de l'avancement des travaux, ne peuvent pas être poussées à des distances moindres, des dépendances du domaine public, que celles prévues par les lois et règlements sur la grande voirie, sous peine des dépens, dommages et intérêts, et du rétablissement des lieux dans leur état antérieur, sans préjudice des peines encourues pour le fait de la contravention.

Art. 23. — Les distances à observer, par rapport aux constructions, aux fossés de clôture, aux limites des propriétés voisines et aux rigoles servant à l'égouttement et à l'assainissement des terrains tourbeux, sont au moins de 3 mètres, augmentés d'une distance égale à la profondeur de l'entaille.

Art. 24. — Les largeurs des zones, réservées par application des articles 22 et 23, peuvent être augmentées au besoin, par arrêtés préfectoraux.

TITRE V. — RÉPARTITION DES DÉPENSES.

Art. 25. — Sont à la charge des exploitants les frais de levés de plans, de nivellements, de sondages, études pour le tracé de rigoles et autres travaux, y compris les rémunérations qui peuvent être dues au service des mines ; sont aussi à leur charge toutes les dépenses, faites ou à faire, pour l'ouverture et l'entretien de rigoles, fossés d'égouttement et autres travaux prescrits par le présent règlement ou reconnus nécessaires pour son exécution.

Art. 26. — Les honoraires dus à l'ingénieur en chef des mines, à l'ingénieur ordinaire des mines et au contrôleur des mines, pour frais de levés de plans, nivellements, sondages, emparquements et récolements, devis de rigoles et autres travaux, sont réglés par le préfet, sur état détaillé, dressé conformément au décret du 10 mai 1854 (*).

Art. 27. — Les frais énumérés aux articles 25 et 26 sont répartis entre les divers exploitants, proportionnellement à leur degré d'intérêt dans les travaux à effectuer, après que les exploitants, et, en ce qui concerne les intérêts des communes, les conseils municipaux auront été entendus.

Art. 28. — Cette répartition ainsi que le recouvrement des cotisations, ont lieu comme en matière de contributions publiques.

TITRE VI. — SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Art. 29. — Sous les ordres du préfet, les ingénieurs des mines et le contrôleur des mines, surveillent, concurremment avec les maires et autres officiers de police municipale, l'exploitation des tourbières de la Somme.

Art. 30. — Les contraventions aux dispositions du présent règlement et des arrêtés pris par le préfet en vertu dudit règle-

(*) Volume de 1854, p. 120.

ment, sont dénoncées et poursuivies conformément aux lois et règlements en vigueur.

Art. 31. — Les procès-verbaux dressés contre les contrevenants, après avoir été dûment affirmés, s'il y a lieu, sont transmis en originaux à qui de droit, et les contrevenants poursuivis d'office devant la juridiction compétente.

Copie de ces procès-verbaux est, en outre, adressée au préfet du département, qui, sur le rapport de l'ingénieur des mines, ordonne, s'il y a lieu, la cessation immédiate des travaux, ainsi qu'il est prévu en l'article 86 de la loi du 21 avril 1810.

TITRE VII. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 32. — Un arrêté préfectoral, approuvé par le ministre des travaux publics et le ministre de l'intérieur, fixera les conditions dans lesquelles les communes pourront faire des tourbages ordinaires ou extraordinaires, ainsi que les conditions d'empilage des tourbes destinées à être vendues ou distribuées.

Art. 33. — L'ordonnance royale du 17 août 1825 est et demeure abrogée, ainsi que l'arrêté préfectoral du 27 juin 1825, qu'elle approuvait (*).

Art. 34. — Le présent décret sera inséré au *Bulletin des lois*. Il sera publié, par les soins des maires, dans toutes les communes du département de la Somme où existent des exploitations de tourbe.

Art. 35. — Les ministres des travaux publics, de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 8 avril 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

Décret du Président de la République, du 13 *avril* 1893, *portant institution de la concession des mines d'antimoine et autres métaux connexes de* MONTIGNAT (Allier).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — Il est fait concession à MM. Brulot (Joseph Alexandre) et Lassalle (Jean-Baptiste Théodore) des mines d'anti-

---

(*) *Annales des mines*, partie administrative, volume de 1853, p. 4. — Voir *infrà*, l'arrêté préfectoral du 20 mai 1893.

moine et autres métaux connexes, comprises dans les limites ci-après définies, commune de la Petite-Marche, arrondissement de Montluçon, département de l'Allier.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Montignat*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord :* par la rive gauche du ruisseau de Meaulnes, depuis l'intersection de cette rive avec la rive droite de la rivière du Cher, point A du plan, jusqu'au point B, angle nord-est du moulin Michon;

A l'*est :* par une ligne droite tirée dudit point B au point C, angle nord-est, rive droite, côté amont, du pont établi sur la rivière du Cher, auprès du hameau de la Caborne;

Au *sud* et à l'*ouest :* par la rive droite de la rivière du Cher, depuis le point C jusqu'au point A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés, douze hectares (7^{kmq} 12^{h}).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger à l'antimoine et autres métaux connexes, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de Montignat.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires soit aux concessionnaires des mines de Montignat, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes ($0^{f},10^{c}$), par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5, 6, 7 et 8 respectivement conformes aux articles 6, 7, 8 et 9 du décret du 4 janvier 1893 instituant la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 8).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES DE MONTIGNAT (ALLIER).

conforme à celui de la concession d'ESPEZOLLE (voir *suprà*, p. 9).

Art 1er. — *Délai d'abornement :* Deux mois.
Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eaux :* 20 mètres.
Art. 6. — *Zône de protection des chemins de fer :* 50 mètres.

---

*Décret du Président de la République, du 13 avril 1893, portant institution de la concession des mines de fer d'*Amance (Meurthe-et-Moselle).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — Il est fait concession à la Société anonyme de Vézin-Aulnoye (*) des mines de fer, comprises dans les limites ci-après définies, commune d'Amance et de Bouxières-aux-Chênes, arrondissement de Nancy, département de Meurthe-et-Moselle.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de concession d'Amance, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par une ligne droite AB, joignant la borne n° 1, placée sur la lisière du bois communal du Grand-Mont, à l'angle nord-ouest de ce bois, point A, avec le point B, où la limite séparative des communes de Bouxières-aux-Chênes et d'Amance se sépare et s'écarte, à l'est, de la lisière sud-est du même bois;

A l'*est*, par une ligne droite BC, joignant le point B avec le point C, sommet de l'angle formé par les bords intérieurs des chemins vicinaux, nos 12 et 21, à l'est d'Amance;

Au *sud*, par une ligne droite CD, joignant le point C au point D, situé sur le bord oriental de l'ancien chemin de Nancy à Amance, à 150 mètres vers Amance de sa rencontre avec la limite sépative des communes d'Amance et de Laître-sous-Amance;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite DE, joignant le point D au point E, angle saillant nord-ouest du territoire de la commune d'Amance;

Au *nord-ouest*, par une ligne droite EA, joignant le point E au point de départ A;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, soixante et onze hectares (2kq 71h).

Art. 3. — La présente concession ne s'applique pas aux minerais de fer qui peuvent être exploités comme minières et restent à la disposition des propriétaires desdites minières, dans les termes et conditions des articles 57, 58, 68, 69 et 70 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par les lois des 9 mai 1866 et 27 juillet 1880.

Art. 4. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout

(*) Société déjà propriétaire ou amodiataire de plusieurs concessions de mines de fer. (Voir le décret du 17 novembre 1892 autorisant la réunion de ces concessions. Volume de 1892, p. 341.)

minerai étranger au fer, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession d'Amance.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires soit à la société concessionnaire des mines d'Amance, soit à une autre personne.

Art. 5. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes (0f,10c), par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 6, 7, 8 et 9 conformes aux mêmes articles du décret, du 4 janvier 1893, instituant la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 8).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION D'AMANCE

conforme à celui de la concession d'ESPEZOLLE (Cantal) (voir *suprà*, p. 9).

Art. 1er. — *Délai d'abornement :* Trois mois.
Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau :* 10 mètres.
Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer :* 10 mètres.

Décret du Président de la République, du 20 avril 1893, portant institution de la concession des mines d'antimoine et autres minerais connexes de CONCHE (Cantal).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — Il est fait concession à M. Châtillon (Emmanuel), des mines d'antimoine et autres minerais connexes, comprises dans les limites ci-après définies, communes de Chanet, arrondissement de Murat et de Molèdes, arrondissement de Saint-Flour, département du Cantal.

Art. 2. — Cette concession qui prendra le nom de *concession de Conche* est limitée, conformément au plan annexé au présent décret ainsi qu'il suit :

A l'*est*, par une ligne droite partant du point E, angle sud-ouest d'un carrefour de chemins, situé à 600 mètres à l'ouest du bourg de Molèdes, et aboutissant au point F, angle nord-ouest du bâtiment le plus au nord-ouest du hameau de Bonarmé;

Au *sud*, par une ligne droite menée du point F au point G, angle sud-ouest du bâtiment le plus au sud du hameau de Bélis;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite menée du point G au point H, angle sud-ouest de l'église de Chanet, et prolongée jusqu'à son point d'intersection I, avec la rive droite d'un ruisseau partant des environs de l'église de Chanet, pour aboutir au ruisseau de Vèze;

Au *nord-ouest* et au *nord*, par la rive droite du ruisseau de Chanet, depuis le point I jusqu'au ruisseau de Vèze, puis par la rive droite de ce dernier ruisseau, jusqu'à son intersection avec la rive droite du ruisseau de Sianne, point K; enfin par une ligne droite menée de ce dernier point au point E de départ.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés (3^{kq}).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger à l'antimoine et autres minerais connexes, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de Conche.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires soit au concessionnaire des mines de Conche, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes ($0^f,10^c$), par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5, 6, 7 et 8 respectivement conformes aux articles 6, 7, 8 et 9 du décret, du 4 janvier 1893, instituant la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 8).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DE CONCHE

conforme à celui de la concession d'ESPEZOLLE (Cantal) (voir *suprà*, p. 9).

Art. 1er. — *Délai d'abornement :* Un an.
Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau :* 10 mètres.
Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer :* 25 mètres.

Décret du Président de la République, du 20 avril 1893, portant rejet de la demande de MM. SCHETZ ET LAGELIN, *en concession de mines de plomb argentifère, pyrite de fer arsenicale et cuivrique et autres minerais connexes, dans les communes de* LORCIÈRES, CHALIERS, LOUBARESSE, BOURNONCLE *et* SAINT-MARC (Cantal).

Décret du Président de la République, du 20 avril 1893, portant rejet de la demande présentée par M. LAGELIN, *tant en son nom qu'au nom de M.* SCHETZ, *à l'effet d'obtenir la concession de mines de plomb argentifère, pyrite de fer arsenicale et cuivrique et autres minerais connexes, dans les communes de* SARRUS, MAURINES *et* SAINT-MARTIAL (Cantal).

Arrêté ministériel, du 20 avril 1893, instituant à DUNKERQUE, *pour le département du* NORD, *une commission de surveillance des bateaux à vapeur, en exécution de l'article* 35 *du décret du* 1er *février* 1893 (*) (*navigation maritime*).

(EXTRAIT.)

Art. 3. — La surveillance exercée par cette Commission s'étendra, en dehors du port où elle est instituée, sur les côtes et rivages du département du Nord, y compris le port de Gravelines.

Décret du Président de la République, du 21 avril 1893, déterminant la forme du procès-verbal de déclaration des accidents survenus dans les établissements industriels.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,

Vu l'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 (**), ainsi conçu :

« Tout accident ayant occasionné une blessure à un ou plusieurs ouvriers, survenu dans un des établissements mentionnés

---

(*) Voir *suprà*, p. 21.
(**) Volume de 1892, p. 329.

à l'article 1er, sera l'objet d'une déclaration par le chef de l'entreprise, ou, à son défaut et en son absence, par son préposé.

« Cette déclaration contiendra le nom et l'adresse des témoins de l'accident; elle sera faite dans les quarante-huit heures au maire de la commune, qui en dressera procès-verbal, dans la forme à déterminer par un règlement d'administration publique. A cette déclaration sera joint, produit par le patron, un certificat du médecin indiquant l'état du blessé, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

« Récépissé de la déclaration et du certificat médical sera remis, séance tenante, au déposant.

« Avis de l'accident est donné immédiatement par le maire à l'inspecteur divisionnaire ou départemental »;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures;

Vu l'avis de la commission supérieure du travail dans l'industrie;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Le procès-verbal de la déclaration d'un accident, à dresser par le maire de la commune où cet accident s'est produit, sera rédigé conformément au modèle annexé au présent décret.

Art. 2. — Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 21 avril 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,

TERRIER.

DÉPARTEMENT
d

ARRONDISSEMENT
d

CANTON
d

COMMUNE
d

MAIRIE D

PROCÈS-VERBAL
DE DÉCLARATION D'ACCIDENT (a)

(Art. 15 de la loi du 2 novembre 1892.)

Par-devant nous (1),
maire de la commune d , département d
soussigné,
a comparu le (2)
M (3)

qui nous a remis, en vertu de l'article 15 de la loi du 2 novembre 1892, une déclaration relative à un accident isolé *ou* multiple (4) survenu le (2)
dans (5)
à (6)

Cette déclaration constate : 1° que l'accident résulte de la circonstance suivante :

2° Que les témoins de l'accident sont (7)

A cette déclaration était joint un certificat de M. (1)
médecin à , donnant par victime les renseignements suivants :

(1) Nom et prénoms.
(2) Indiquer la date et l'heure.
(3) Indiquer les nom, prénoms, profession et adresse ; mentionner, en cas d'absence ou à défaut du chef de l'entreprise, que la déclaration a bien été faite par son préposé.
(4) Effacer *isolé* ou *multiple* suivant les cas.
(5) Indiquer la nature de l'établissement et le lieu où il est situé, ainsi que l'atelier où a eu lieu l'accident.
(6) Indiquer les nom, prénoms, âge, sexe, profession et adresse de la victime ou des victimes.
(7) Indiquer les noms, professions et adresses.

NOMS ET PRÉNOMS des victimes	SEXE ET ÂGE des victimes	SUITES de l'accident		SUITES probables de la blessure	ÉPOQUE à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif
		Morts	Nature de la blessure		

La déclaration et le certificat médical ont été annexés au présent procès-verbal pour être transmis à M. l'inspecteur départemental (8) en résidence à

Fait et arrêté le présent procès-verbal les jour, mois et an que dessus, lequel a été signé avec nous par le déclarant après lecture faite.

(*Signatures.*)

(8) S'il s'agit d'un accident arrivé dans une mine, minière ou carrière, indiquer l'ingénieur des mines auquel le procès-verbal doit être transmis.

Vu pour être annexé au décret du 21 avril 1893.

Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies.
TERRIER.

(*a*) Sont seuls considérés comme accidents ceux qui paraissent devoir entraîner une incapacité de travail de *trois jours au moins*.

Décret du Président de la République, du 24 avril 1893, portant institution de la concession des mines de zinc, plomb et autres métaux connexes des Prés (Drôme).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — Il est fait concession à la Société anonyme métallique austro-belge, des mines de zinc, plomb et autres métaux connexes, comprises dans les limites ci-après définies, communes de Beaurières, les Prés et Valdrôme, arrondissement de Die, département de la Drôme.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Prés*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par une ligne droite portant du point D′, point de rencontre de l'axe du ravin des Combes avec l'axe du chemin de Luc à Valdrôme, qui suit la rive droite de la rivière de la Drôme, et aboutissant au point E, intersection du ravin du Fournet avec le chemin de Beaurières à Pracheton, sur la limite des sections A et B de la commune des Prés;

A l'*est*, par une ligne droite partant du point E ci-dessus défini et allant au point A′, intersection de l'axe du ruisseau du Font avec l'axe du chemin de Luc à Valdrôme;

Au *sud*, par une ligne droite joignant le point A′ au point B, angle nord-est de la maison Marin, inscrite sous le n° 1395 de la section A du plan cadastral de la commune de Valdrôme;

A l'*ouest*, par une ligne droite joignant le point B au point D′ de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix kilomètres carrés, vingt et un hectares ($10^{kq}\,21^{h}$).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger au zinc, plomb et autres métaux connexes qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des Prés.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires soit à la société concessionnaire des mines des Prés, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes ($0^{f},10^{c}$) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5, 6, 7 et 8 respectivement conformes aux articles 6, 7, 8 et 9 du décret du 4 janvier 1893 instituant la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 8).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES PRÉS.

conforme à celui de la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 9).

Art. 1er. — *Délai d'abornement :* Un an.
Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau :* 10 mètres.
Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer :* 25 mètres.

Décret du Président de la République, du 24 *avril* 1893, *portant extension de la concession des mines de houille de* Peypin et Saint-Savournin (Sud) (Bouches-du-Rhône).

(extrait.)

Art. 1er. — Il est fait concession à M. Victor Gentet, propriétaire de la concession des mines de houille de Peypin et Saint-Savournin (Sud), des mines de même nature comprises dans les limites ci-après définies, communes de Saint-Savournin et Allauch, arrondissement de Marseille, département des Bouches-du-Rhône.

Art. 2. — Cette concession est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

1° A l'*est* et à l'*est-nord-est*, d'un côté, par une ligne droite partant du clocher de Saint-Savournin, point A, jusqu'au sommet de la montagne, dite la Baume-des-Fées, et par une ligne brisée menée de ce sommet à celui de la montagne d'Aguo-d'Olive et venant de terminer en un point formant la jonction des limites des territoires de Saint-Savournin et d'Allauch; et de l'autre, à partir de ce dernier point, par les limites communes aux territoires de Peypin et d'Alluach, jusqu'à la rencontre de la bordure nord du chemin de Pichauris à Auriol, point H;

Les limites énoncées ci-dessus étant communes à la concession, antérieurement existante, de Peypin et Saint-Savournin (Sud) et à l'extension de concession instituée par le présent décret;

2° Au *sud-ouest*, par une ligne brisée, allant du point H, ci-dessus défini, à l'angle nord-est du corps de bâtiment prin-

cipal de la Bastidonne, point K; et du point K à un point L situé sur la limite des communes d'Allauch et de Saint-Savournin, dans la partie de ces limites qui suit la crête séparant les ravins du Ratier et de l'Eouve, au point culminant de cette crête, situé à l'ouest du col de Rastel;

3° A l'*ouest*, par une ligne droite joignant le point L, ci-dessus défini, au point A, clocher de Saint-Savournin, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux cent soixante et un hectares (261h).

Art. 3. — Cette concession sera réunie à la concession de Peypin et Saint-Savournin (Sud), pour ne former avec celle-ci, sous le même nom, qu'une seule et même concession, qui est et demeure délimitée comme suit :

A l'*ouest*, par une ligne droite AL joignant le point A, clocher de Saint-Savournin, au point L situé sur la limite des communes d'Allauch et de Saint-Savournin, dans la partie de ces limites qui suit la crête séparant les ravins du Ratier et de l'Eouve, au point culminant de cette crête, situé à l'ouest du col de Rastel;

Au *sud-ouest*, par une ligne brisée joignant le point L, ci-dessus défini, au point K, angle nord-est du corps de bâtiment principal de la Bastidonne; puis joignant le point K au point H, intersection de la bordure nord du chemin de Pichauris à Auriol, avec la limite commune aux territoires de Peypin et d'Allauch; enfin, par la limite commune de ces territoires, depuis le point H, ci-dessus défini, jusqu'à une borne maçonnée, qui fixe la limite des trois communes de Roquevaire, de Peypin et d'Allauch, point C.

Au *sud-est*, par une ligne brisée CDE formée :

1° Par une ligne droite CD joignant ledit point C à la sixième croix gravée sur un rocher, au penchant de la colline, dite tête de Portalet, point D.

2° Par une ligne droite DE, joignant ledit point D à la jonction de l'alignement mené de ce dernier point au pont neuf avec celui qui va de Garoute à Peypin, en se prolongeant au delà du clocher de cette commune, dans une longueur de 793 mètres, point E.

Au *nord*, par une ligne brisée EFA formée :

1° Par une ligne droite joignant ledit point E à Garoute, point F;

2° Par une ligne de droite FA, joignant ledit point F au point A de départ;

Lesdites limites formant une étendue superficielle de mille huit hectares, quarante ares (1.008^{h}, 40^{a}).

Art. 4. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger à la houille qui pourrait exister dans l'étendue de la concession de Peypin et Saint-Savournin (Sud).

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires soit au concessionnaire des mines de Peypin et Saint-Savournin (Sud), soit à une autre personne.

Art. 5. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les *art.* 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de 0^{f},10 par hectare de terrain compris dans l'extension de concession. Les droits des propriétaires de la surface, dans l'intérieur du périmètre ancien de la concession de Peypin et Saint-Savournin (Sud) demeurent réglés par l'ordonnance du 9 juillet 1823 (*).

Art. 6. — Le concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, qui est considéré comme en faisant partie essentielle, et s'appliquera désormais à l'ensemble de la concession.

Art. 7, 8 et 9 conformes aux mêmes articles du décret du 4 janvier 1893, instituant la concession d'Espezolle (voir *suprà*, p. 8).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES DE HOUILLE DE PEYPIN ET SAINT-SAVOURNIN-SUD.

[EXTRAIT (**)]

Art. 1er. — *Délai d'abornement :* Six mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau :* 20 mètres.

Art. 6. — Dans le voisinage des chemins de fer, il est interdit au concessionnaire d'exploiter, à toute profondeur, sous une zone de terrain limitée à la surface par deux lignes menées parallèlement aux limites du chemin de fer et de ses dépendances et à 20 mètres de distance de ces limites, s'il n'en a obtenu l'autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des

(*) *Annales des mines*, volume de 1823, p. 918.

(**) Les articles non insérés sont conformes à ceux du cahier des charges de la concession d'Espezolle (voir *suprà*), p. 9), savoir :

Articles 1er, 2, 3, 4, 5, 7, 8 et 9 conformes aux mêmes articles ;

Articles 12, 13, 14 et 15 respectivement conformes aux articles 10, 11, 12 et 13.

mines, la compagnie du chemin de fer et le service du contrôle entendus. Dans le voisinage des travaux d'art, ponts, tunnels et viaducs faisant partie des mêmes chemins, ladite distance est portée à 40 mètres.

Art. 10. — Les charbons menus et les matières susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportés au jour au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale, délivrée par le préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 11. — Le concessionnaire devra se conformer aux mesures qui seraient prescrites par l'administration pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz inflammable et de son explosion dans les mines et supporter les charges qui pourraient à cet effet lui être imposées.

Décret du Président de la République, du 24 *avril* 1893, *portant règlement d'administration publique sur le régime de l'exploitation des mines de fer communales de* RANCIÉ (Ariège).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la loi du 15 février 1893 (*), et notamment l'article 7, ainsi conçu :

« Un règlement d'administration publique déterminera les attributions, le mode de nomination et de fonctionnement du comité et de ses délégués, du directeur et des employés de l'exploitation et des jurats; les règles relatives à leur rémunération, les règles sur l'admission, la suspension et la radiation des ouvriers, leurs conditions de travail, leur mode de rémunération et leur discipline; la constitution et la gestion du fonds de réserve; l'organisation des institutions de prévoyance; les règles relatives à l'autorisation et au service des emprunts pour dépenses de premier établissement; les règles relatives à la détermination et à la répartition des bénéfices, et, généralement toutes les questions d'organisation et de fonctionnement de l'entreprise qui ne sont pas fixées par la présente loi. »

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

TITRE Ier. — COMITÉ D'ADMINISTRATION.

Art. 1er. — Le comité institué par application des articles 1 à 4 de la loi du 15 février 1893 est chargé, dans les limites de ladite

---

(*) Voir *suprà*, p. 55.

loi et du présent décret, et notamment sous réserve des attributions conférées au directeur, d'assurer l'exploitation de la mine de Rancié, d'en vendre les produits et généralement de gérer les affaires se rattachant à cette exploitation.

Il arrête sur les propositions du directeur : le programme annuel des travaux et le budget annuel des dépenses; le montant et le tarif des appointements des employés et des salaires des ouvriers.

Il approuve les traités de vente des minerais et d'achat d'approvisionnements que passe le directeur.

Il dresse la liste des habitants de la vallée de Vic-Dessos sur laquelle le directeur choisira les mineurs dont l'ensemble constitue l'*office des mineurs de Rancié*.

Il exerce toutes actions judiciaires directement ou par délégation soit en demandant, soit en défendant, il acquiesce à tout compromis et transaction.

Il délibère, sur le montant des emprunts à contracter, le service et les gages de leur intérêt et de leur amortissement, et l'emploi des fonds en provenant.

Il fixe les sommes à prendre sur les réserves pour faire face à des charges exceptionnelles ou à des travaux de premier établissement.

Art. 2. — Les contestations auxquelles pourra donner lieu l'élection des membres du comité devront être déférées dans la quinzaine au conseil de préfecture.

Tout membre devenu inéligible au cours de son mandat doit être immédiatement remplacé par le conseil municipal qui l'avait élu.

Art. 3. — Après tout renouvellement intégral, le comité se réunit, dans la quinzaine, sur convocation du préfet, pour nommer son bureau.

Si, dans cette réunion, le comité ne nomme pas son bureau, avis en est donné au préfet.

Le bureau constitué, le comité se réunit sur convocation de son président; il doit être convoqué lorsque le directeur le demande.

Les convocations doivent être remises à personne ou à domicile au moins 48 heures à l'avance.

Art. 4. — La présence de six membres au moins est nécessaire pour la validité des délibérations du comité.

Les décisions sont prises à la majorité des membres présents; en cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Nul ne peut voter par procuration.

Les séances du comité ne sont pas publiques.

Art. 5. — En cas d'absence ou d'empêchement du président et du vice-président, le plus âgé des membres présents, en remplit les fonctions.

Art. 6. — Les délibérations du comité sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial; elles sont signées par le président et le secrétaire du comité ou par les membres en faisant fonctions.

La justification de ces délibérations vis-à-vis des tiers résulte d'une copie ou d'un extrait signé ainsi qu'il vient d'être prescrit.

L'ingénieur des mines ou un contrôleur par lui délégué peut prendre communication et copie, sans déplacement du registre, de toutes les délibérations du comité.

Art. 7. — Chaque membre du comité a droit, par séance à laquelle il aura assisté, à une indemnité que fixera le comité, et qui, en aucun cas, ne dépassera deux journées de mineur. L'ensemble des indemnités pour un mois ne pourra dépasser la valeur de quatre journées.

Art. 8. — La dissolution du comité ne sera prononcée que sur le rapport des ingénieurs des mines, l'avis du préfet et celui du conseil général des mines.

TITRE II. — DIRECTEUR DE L'EXPLOITATION.

Art. 9. — Le directeur de l'exploitation est nommé par le comité qui fixe son traitement et peut le révoquer.

Le ministre des travaux publics peut, sur les propositions des ingénieurs des mines, l'avis du préfet et celui du conseil général des mines, le comité entendu, annuler la nomination du directeur ou prononcer sa révocation.

En cas de vacance par décès, démission ou révocation, le président du comité ou à son défaut, le vice-président remplit les fonctions du directeur, dont le remplacement doit être opéré dans les deux mois.

Art. 10. — Le directeur de l'exploitation a la direction générale de l'entreprise sous l'autorité du comité.

Il est le représentant de l'entreprise auprès de l'administration et des tiers; il signe la correspondance.

Il assure l'exécution des décisions du comité.

Il dirige et surveille la comptabilité.

Il est spécialement chargé de la direction des travaux ainsi que de la conduite et de la police du personnel.

Il fixe les jours et les heures de travail à la mine.

Sous réserve de l'approbation du comité, il arrête les règlements relatifs à la marche de l'entreprise, il passe les traités de vente de minerais ou de vieilles matières et ceux d'achat d'approvisionnements, il organise tous les services extérieurs et notamment tous les transports.

Le directeur avertit le préfet des circonstances qui paraîtraient de nature à paralyser le fonctionnement de l'entreprise comme à motiver la dissolution du comité.

Il fait auprès de lui les diligences nécessaires pour provoquer les élections à faire par les conseils municipaux.

Art. 11. — Le directeur assiste à toutes les séances du comité d'administration; il y a voix consultative.

Art. 12. — Le comité peut désigner un ingénieur-conseil; il fixe ses indemnités.

L'ingénieur-conseil donne nécessairement son avis, avant que le comité en soit saisi, sur le nombre d'ouvriers à admettre à la mine, le programme annuel des travaux, le projet de budget, les comptes annuels, le rapport annuel du directeur et son projet de liquidation de l'exercice.

Le comité désigne les affaires relevant du directeur, sur lesquelles celui-ci doit prendre l'avis préalable de l'ingénieur-conseil; cet avis doit être nécessairement demandé sur les projets de grands travaux de premier établissement ainsi que sur la fixation de la méthode d'exploitation et ses changements.

L'ingénieur-conseil peut assister aux séances du comité dans lesquelles un de ses avis doit être communiqué; le comité peut le convoquer à toute séance et il doit le convoquer sur la demande du directeur.

TITRE III. — JURATS ET AUTRES EMPLOYÉS.

Art. 13. — Les jurats, qui doivent être choisis parmi les ouvriers, exercent, sous les ordres du directeur, les fonctions de chefs-mineurs dans un quartier de la mine déterminé ou pour un service spécial.

Le nombre des jurats est fixé par le comité sur la proposition du directeur.

Les jurats sont nommés pour cinq ans par le directeur; ils peuvent être renommés.

Aucun ouvrier ne peut être nommé jurat s'il ne sait lire et écrire et s'il n'a pas été occupé à la mine de Rancié comme mineur pendant cinq années consécutives.

Les jurats doivent être agréés par le préfet; ils prêtent serment devant le tribunal de première instance de l'arrondissement pour pouvoir constater dans les mines de Rancié et leurs dépendances, les contraventions aux lois, décrets et arrêtés sur les mines, ainsi qu'aux règlements spéciaux à l'exploitation de Rancié.

Ils reçoivent un traitement mensuel fixé par le comité.

Art. 14. — Les jurats sont plus spécialement chargés de surveiller le travail dans les quartiers ou pour les services à eux confiés, à l'intérieur ou à l'extérieur; ils doivent maintenir partout le bon ordre et la discipline, parcourir les chantiers afin de s'assurer que rien ne menace la sécurité des hommes et des choses, remédier immédiatement à toute cause de danger, prévenir le directeur en cas d'urgence, et lui rendre compte quotidiennement de ce qu'ils ont observé, le tout suivant les formes qui seront indiquées par le directeur.

Ils sont également chargés de constater le travail de chaque ouvrier pour le calcul de son salaire et de surveiller la qualité du minerai extrait.

Ils veillent au bon ordre sur les places des mines et sur leurs dépendances, et notamment sur celles où s'effectuent les chargements et l'expédition des minerais.

Les jurats sont assistés par un secrétaire nommé par le directeur.

Art. 15. — Le directeur peut punir un jurat, pour négligence ou faute dans son service, d'une retenue de traitement ou d'une suspension ne dépassant pas trois mois; en cas de faute très grave, il peut le révoquer après l'avoir entendu dans ses observations.

Sur le rapport des ingénieurs des mines, le directeur et le jurat entendus ou dûment appelés, le préfet, par décision motivée, peut prononcer la destitution d'un jurat.

Le jurat destitué par le préfet ne peut plus être élu membre du comité d'administration.

Art. 16. — Le comité peut, sur la proposition du directeur, nommer un chef d'exploitation chargé, sous l'autorité du directeur, de surveiller et de diriger le service des jurats, de seconder le directeur dans la conduite des travaux, le levé des plans et les écritures de la direction.

Art. 17. — Le comité fixera, sur les propositions du directeur,

le nombre des commis nécessaires. Ils seront nommés par le directeur qui a le droit de les punir et de les révoquer.

TITRE IV. — MINEURS.

Art. 18. — Les mineurs ne peuvent être pris que parmi les habitants des huit communes concessionnaires.

Ils sont divisés en mineurs auxiliaires, mineurs titulaires et vétérans.

Les mineurs auxiliaires sont nommés pour une durée indéterminée sous réserve de l'application de l'article 24.

Les mineurs titulaires restent inscrits à vie comme mineurs de Rancié jusqu'à ce que, par décision du comité, rendue sur la proposition du directeur, ils soient classés comme vétérans par suite d'incapacité permanente de travail ou d'âge avancé. Seront nécessairement classés comme vétérans ceux qui jouiront d'une pension de retraite en vertu de lois sur les caisses des mines ou sur les retraites ouvrières.

Art 19. — Nul désormais ne pourra être nommé mineur titulaire s'il n'est âgé de vingt-trois ans révolus et n'a été deux ans au moins mineur auxiliaire.

Le directeur, sous réserve de l'avis de l'ingénieur-conseil, en cas d'application de l'article 12, est seul juge du nombre d'ouvriers à admettre dans chacune des deux catégories.

Les demandes d'admission comme mineur auxiliaire sont adressés au directeur qui les communique au comité; le directeur tient à jour la liste des candidats agréés par le comité.

En décembre de chaque année, le directeur choisit, sur cette liste, les mineurs auxiliaires, ainsi qu'il est stipulé à l'article 1er.

A la même époque, il désigne les mineurs auxiliaires qui doivent passer titulaires.

Art. 20. — Tous les mineurs titulaires et auxiliaires ont le droit, sans préférence entre eux, d'être occupés dans les travaux de la mine ou sur ses dépendances chacun des jours désignés à cet effet par le directeur, sous réserve de mise à pied ou de l'application de l'article 24.

Art. 21. — Les mineurs sont occupés soit dans la mine, soit au dehors aux emplois et aux chantiers qui leur seront indiqués par les jurats; ils doivent se conformer dans leur travail aux ordres qui leur seront donnés par ceux-ci, notamment pour la direction, les dimensions, le boisage ou le muraillement du chan-

tier, et, pour la qualité du minerai, ainsi que pour toutes réparations ou toutes manutentions qui leur seraient commandées, telles que la coupe des bois en forêt, leur transport à la mine, le transport de tous autres approvisionnements achetés dans le commerce.

Art. 22. — Les mineurs sont rémunérés, pour les divers travaux qui leur sont commandés, à la journée ou à la tâche, par un salaire qui leur sera payé en espèces chaque mois au moins.

L'échelle des salaires journaliers et des tâches correspondantes, ainsi que des primes et des retenues, est fixé par le comité sur la proposition du directeur.

En outre de son salaire, chaque ouvrier a droit à une quote-part du bénéfice net annuel conformément aux stipulations du titre V.

Art. 23. — Les mineurs peuvent être punis par les jurats d'amendes ou de mise à pied en rapport avec la gravité de la faute commise, sans que l'amende ou la mise à pied puisse représenter plus de un jour de travail.

Des amendes plus fortes ou des exclusions plus longues, pouvant aller jusqu'à un mois, peuvent être infligées par le directeur sur rapport des jurats, en assemblée générale, après que l'ouvrier aura été entendu.

L'exclusion, pour plus d'un mois ou à titre définitif, est prononcée par le comité, après instruction faite dans la forme du paragraphe précédent.

L'exclusion à titre définitif entraîne, outre la radiation de la liste des mineurs, l'inéligibilité au comité d'administration.

Art. 24. — Si, à un moment quelconque, un motif quelconque conduit à ralentir l'extraction, il y est pourvu par le directeur soit en diminuant le nombre mensuel des journées de travail de l'ensemble des mineurs, soit en réduisant pendant le temps nécessaire, le nombre des mineurs auxiliaires, cette réduction portant régulièrement sur les derniers entrés.

Si ces mesures sont insuffisantes, le directeur peut, après approbation du comité, réduire momentanément, le nombre des mineurs à occuper à la mine, par voie d'un tirage au sort qui sera renouvelé aussi souvent que le permettront les travaux à exécuter.

Art. 25. — Tout mineur, convaincu d'avoir pour son propre compte et non pour celui de la mine, abattu, livré ou vendu du minerai, pourra être exclu à titre définitif, sans préjudice des poursuites judiciaires qui pourront être intentées contre lui par

application des articles 379 et 401 du Code pénal. L'exclusion sera nécessairement prononcée en cas de récidive.

Art. 26. — Le seul fait de la présence d'un ouvrier à la mine constitue de sa part l'engagement d'observer tous les règlements qui seront arrêtés par la direction.

TITRE V. — SERVICE FINANCIER ET COMPTABILITÉ.

Art. 27. — Avant le 1er décembre de chaque année, le directeur soumet au comité un projet de budget, accompagné d'un rapport explicatif; le budget voté par le comité est communiqué au préfet.

Le budget indique, dans une section distincte, les travaux et dépenses à solder sur les fonds de la réserve prévue à l'article 32.

Art. 28. — Les dépenses ne sont payées que sur mandats ou bons du directeur.

Art. 29. — Un employé désigné par le comité, sur la proposition du directeur, est chargé, avec le titre de *caissier-comptable*, de payer les dépenses et de percevoir les recettes et revenus de la mine, ainsi que toutes les sommes qui lui sont dues.

Il fournira un cautionnement du triple de ses appointements.

Sa caisse doit être vérifiée deux fois par mois au moins par le directeur et tous les deux mois au moins par un délégué du comité; les résultats de cette vérification seront constatés séance tenante.

Le comité fixera, sur la proposition du directeur, la somme que le caissier pourra normalement conserver dans sa caisse; le reste des fonds libres sera déposé en compte courant à la succursale de la Banque de France de Foix.

Le caissier-comptable a la garde et la responsabilité du magasin et des approvisionnements, il en tient les écritures.

Art. 30. — Les comptes annuels sont, après vérification du directeur, soumis par lui au comité qui les arrête.

Avec les comptes, le directeur soumet au comité un rapport général sur la marche de l'affaire et un projet de liquidation de l'exercice.

Une copie de ces documents, avec le règlement définitif fait par le comité, est adressée au préfet.

Art. 31. — Si l'état du compte-courant de l'exploitation ne permettait pas de payer la feuille de paye d'un mois, ainsi que le traitement des jurats et en général de tous les ouvriers ou

employés inscrits à l'*office des mineurs*, toutes les sommes dues pour ce mois à ces ouvriers, jurats et employés subiraient *au prorata* une réduction fixée par le comité sur les propositions du directeur, sous réserve d'être complétées, s'il y avait lieu, dans le restant de l'exercice.

Art. 32. — Sur le solde créditeur des comptes représentant le bénéfice de l'année, il sera prélevé tout d'abord 75 p. 100, pour constituer, jusqu'à concurrence de 100.000 francs, un fonds de réserve destiné à parer à des besoins imprévus, à des charges exceptionnelles ou à des accidents graves et sur lequel pourront être imputées les dépenses de premier établissement.

Quand le fonds de réserve dépassera 100.000 francs, le prélèvement destiné à l'alimentation sera abaissé à 25 p. 100, et ce prélèvement sera abaissé à 5 p. 100 quand le fonds de réserve dépassera 200.000 francs.

Le solde du bénéfice net, après ce prélèvement, sera réparti, *au prorata* de leurs allocations durant l'année, entre les mineurs auxiliaires et titulaires, les jurats et autres employés inscrits à l'*office des mineurs*.

Toutefois, il ne sera fait aucun prélèvement pour la réserve, ni aucune répartition avant que l'on ait, à titre de fonds de roulement, une somme équivalant aux dépenses ordinaires moyennes de deux mois.

Art. 33. — Les sommes destinées à la réserve seront immédiatement placées, en bons du Trésor, rentes sur l'État français et obligations de chemins de fer d'intérêt général garanties par l'État.

Art. 34. — Si le comité, sur les propositions du directeur et l'avis de l'ingénieur-conseil, juge indispensable de contracter un emprunt, l'autorisation devra en être demandée au ministre des travaux publics qui, après avis du ministre des finances, le conseil général des mines entendu, approuvera, s'il y a lieu, le montant et les conditions de l'emprunt.

TITRE VI. — SERVICE DE SECOURS.

Art. 35. — La caisse de secours est destinée : 1° à venir en aide aux mineurs blessés, malades ou infirmes, ainsi qu'à leurs veuves et à leurs enfants; 2° à payer le médecin et les médicaments; 3° à secourir les vétérans malheureux.

Elle est alimentée : 1° par une retenue sur les salaires dont la quotité est fixée chaque année par le comité d'administration

sur la proposition du directeur; 2° par les allocations que pourra fournir le comité à titre de dépenses sur le budget de l'année; 3° par les amendes disciplinaires.

Art. 36. — La caisse sera administrée par un conseil présidé par le directeur ou son représentant et dont les autres membres seront nommés chaque année par le comité d'administration. Il se composera d'un des jurats, pris parmi les trois plus anciens, de deux mineurs de Goulier, un d'Olbier et un de Sem ; ils seront choisis, pour Goulier, parmi les six plus anciens mineurs, pour Olbier et pour Sem parmi les trois plus anciens; les uns et les autres devront savoir lire et écrire.

Le conseil aura pour secrétaire avec voix délibérative et pour caissier le secrétaire des jurats.

Les écritures et la comptabilité de la caisse de secours seront distinctes de celles de la mine.

Les comptes seront soumis annuellement au conseil de la caisse, puis au comité d'administration qui les apure.

Art. 37. — Le conseil de la caisse fixe mensuellement le montant des secours qui peuvent être alloués dans la limite des ressources.

Les demandes de secours sont adressés au directeur qui les transmet au conseil et délivre les bons de secours autorisés par ce conseil.

TITRE VIII. — DISPOSITIONS TRANSITOIRES.

Art. 38. — En attendant que le comité d'administration, régulièrement constitué, soit entré en fonctions et que la direction ait été également constituée, le contrôleur des mines de Sem, actuellement conducteur des travaux de la mine de Rancié, assisté par un ingénieur des mines, que désignera le ministre des travaux publics comme ingénieur-conseil, aura provisoirement tous les pouvoirs nécessaires pour faire fonctionner l'entreprise conformément aux règles du présent décret et pour assurer la transition d'un régime à l'autre à la date légale du 5 juin 1893.

Toutefois, il ne pourra faire que sur l'avis conforme de l'ingénieur-conseil les actes dont l'exécution, d'après le présent règlement, est subordonnée à l'avis ou à l'approbation du comité d'administration.

Il fixera notamment, pour cette période transitoire, les salaires et les tâches; il assurera l'emmagasinement du minerai extrait;

il vendra le minerai, mais sans pouvoir passer de traités de plus de six mois.

Ultérieurement et tant que le ministre des travaux publics estimera que le budget de la mine n'est pas en état de subvenir aux appointements et indemnités du directeur et, s'il y a lieu, d'un ingénieur-conseil, le ministre pourra, sur la demande du comité, maintenir à sa disposition un contrôleur et un ingénieur des mines, rétribués par l'État, pour exercer respectivement les fonctions de directeur et d'ingénieur-conseil.

Art. 39. — Les jurats actuellement en exercice continueront leurs fonctions pendant la durée pour laquelle ils avaient été nommés.

Art. 40. — Il ne sera apporté lors de la mise en vigueur du présent règlement aucune modification à la situation individuelle des mineurs actuellement inscrits à l'office. Leur inscription comme mineurs auxiliaires, titulaires ou vétérans, restera faite en conséquence.

Art. 41. — Le premier exercice financier ira jusqu'au 31 décembre 1894.

Le titre de rente, appartenant au fonds spécial de l'ancienne administration, sera réalisé et son montant sera porté au compte courant de l'entreprise.

La nouvelle administration prendra possession des approvisionnements et du matériel, des plans et archives et généralement de tout ce qui appartenait à l'ancienne administration qui lui en fera remise.

La nouvelle administration aura la responsabilité de toutes les charges ou dettes incombant à l'ancienne administration.

Art. 42. — La caisse de secours, organisée en vertu du titre VI, se substituera purement et simplement à celle qui avait été instituée par l'ordonnance royale du 25 mai 1843 (*), laquelle est rapportée.

La nouvelle caisse bénéficiera des sommes et valeurs que possédait l'ancienne.

Les ouvriers secourus par l'ancienne caisse passent à la charge de la nouvelle dans les conditions du titre VI du présent décret.

TITRE VIII. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 43. — Le siège de l'entreprise est à Vic-Dessos.

Art. 44. — Toutes les fois que le préfet sera appelé à statuer

(*) *Annales des mines*, 1er volume de 1843, p. 923 et 928.

en vertu du présent règlement, il devra, au préalable, provoquer l'avis des ingénieurs des mines.

Art. 45. — La commission syndicale constituée par le décret du 14 octobre 1867 est dissoute et ledit décret est rapporté.

Sont également rapportées toutes dispositions contraires à celles du présent décret.

Art. 46. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Bulletin des Lois*, publié et affiché dans chacune des huit communes concessionnaires des mines de Rancié et inséré au *Recueil des actes administratifs* du département de l'Ariège.

Fait à Paris le 24 avril 1893.

CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

Décret du Président de la République, du 24 *avril* 1893, *rapportant les décrets des* 13 *février* 1878 *et* 21 *janvier* 1887 *relatifs à l'installation, à l'exploitation et à l'alimentation du dépôt de dynamite de* BRUAY, département du NORD.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS DIRECTES

(2e DIVISION. — 2e BUREAU)

DROITS D'ÉPREUVE DES APPAREILS A VAPEUR. — *Circulaire n° 834.*

Paris, le 6 avril 1893.

Les articles 6 et 7 de la loi du 18 juillet 1892, relative aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1893, sont ainsi conçus :

Art. 6. — *A partir du 1er janvier 1893, les épreuves, exigées par les règlements, des appareils à vapeur, autres que ceux situés dans l'enceinte des chemins de fer d'intérêt général, donneront lieu à la perception, pour chaque épreuve, d'un droit de 10 francs par chaudière ou de 5 francs par récipient de vapeur. Ce droit sera dû par la personne qui aura demandé l'épreuve ou à qui l'épreuve aura été imposée par application des règlements.*

Il sera ajouté au montant du droit d'épreuve : 1° 5 centimes par franc pour fonds de non-valeurs; 2° 3 centimes par franc pour frais de perception.

Art. 7. — *Les droits fixés par l'article précédent seront recouvrés comme en matière de contributions directes.*

Ils seront perçus au moyen de rôles dressés à la fin de chaque trimestre par le directeur des contributions directes, au vu d'états-matrices établis par l'ingénieur des mines ou par le président de la commission de surveillance des bateaux à vapeur et arrêtés par le préfet; le montant en sera exigible en une seule fois dans les quinze jours de la publication du rôle.

Il sera délivré des avertissements aux redevables à raison de 5 centimes par article.

Les réclamations seront jugées comme en matière de contributions directes.

Les directeurs des contributions directes étant chargés d'assurer la confection des rôles concernant les droits dont il s'agit,

j'adresse au service, pour cet objet, les instructions dont l'envoi a été annoncé par la circulaire du 4 août 1892, n° 813.

États-matrices. — La rédaction des états-matrices, dont le modèle est ci-joint (*Annexe n° 1, mod. n°s 1 et 2*), est confiée au service technique chargé de procéder à la vérification des épreuves. Ce service est représenté, selon les cas, par les ingénieurs ordinaires des mines ou par les commissions de surveillance des bateaux à vapeur.

Une circulaire de M. le ministre des travaux publics, en date du 27 décembre 1892 (*), dont le texte est reproduit ci-après (*Annexe n° 2*), a tracé les règles à suivre pour la rédaction et la transmission des états-matrices. Ces documents seront établis, dans chaque sous-arrondissement minéralogique et dans chaque circonscription des commissions de surveillance des bateaux à vapeur, à la fin de chaque trimestre et par département, par les soins des ingénieurs ordinaires des mines et des présidents des commissions de surveillance.

D'après la même circulaire, ce sont les directeurs des contributions directes des départements où résident les ingénieurs ordinaires des mines et les présidents des commissions de surveillance des bateaux à vapeur, qui sont chargés de fournir à ces fonctionnaires les imprimés nécessaires à la formation des états-matrices. Je prie, en conséquence, MM. les directeurs des départements dont les noms sont imprimés en italique dans le tableau ci-joint (*Annexe n° 2*) de s'enquérir, dès la réception de la présente circulaire, auprès des ingénieurs ordinaires des mines et des présidents de commissions de surveillance résidant dans leur département, du nombre de feuilles de tête et de feuilles intercalaires susceptibles d'être utilisées dans chaque circonscription technique pendant les quatre trimestres de l'année, et de les en approvisionner immédiatement.

Ces imprimés, ne devant donner lieu qu'à une dépense insignifiante, sont exclusivement à la charge des directeurs qui les fournissent; ils devront être remis annuellement au service technique *avant le* 31 *mars*.

Les communes dans lesquelles des épreuves auront été effectuées seront inscrites dans les états-matrices, ainsi qu'il est indiqué dans la circulaire de M. le ministre des travaux publics, suivant l'ordre adopté pour la rédaction de l'état du montant des rôles généraux. A cet effet, chaque directeur aura, aussitôt après

(*) Volume de 1892, p. 397.

la réception de la présente circulaire, à transmettre à l'ingénieur en chef des mines de la circonscription et, quand il y aura lieu, aux présidents des commissions de surveillance des bateaux à vapeur, une nomenclature des communes de son département rangées dans l'ordre voulu.

Les états-matrices trimestriels établis pour chaque département seront arrêtés par le préfet, qui les transmettra au directeur.

Rôles et avertissements. — MM. les directeurs procèderont à la taxation des états-matrices, en observant, pour le calcul des droits en principal, du fonds de non-valeurs, des frais de perception et des frais d'avertissement, les dispositions contenues dans les articles 6 et 7 de la loi du 18 juillet 1892.

Ils se conformeront, d'autre part, pour les autres parties du travail : rédaction des rôles (mod. n° 3), des avertissements (mod. n° 4), de l'état du montant des rôles (mod. n° 5) et de l'avis d'émission (mod. n° 6), aux règles générales qui président à l'exécution des travaux de même nature.

Dans le registre d'inscription des états du montant des rôles et dans le résumé général des rôles de toute nature, il sera ouvert un nouveau compte (*Compte n° 13.— Droits d'épreuve des appareils à vapeur*), dont le cadre sera identique à celui du compte n° 12, relatif aux redevances pour la rétribution des délégués mineurs (voir circ. du 4 août 1892, n° 813, p. 42 et 43.)

Frais d'impression des états-matrices. — Indemnités. — Par une décision en date du 4 avril 1893, prise sur ma proposition, le Ministre a décidé qu'une indemnité de 10 centimes (0f,10) par article serait allouée à MM. les directeurs pour leur tenir compte des frais d'impression des états-matrices et des frais d'impression et de confection des rôles. Cette indemnité sera acquise intégralement même aux directeurs qui n'auront pas fourni de cadres d'états-matrices.

MM. les directeurs recevront, en outre, 3 centimes (0f,03) par avertissement, pour les couvrir des frais d'impression et d'expédition de ces documents.

Pour les demandes de crédits et le mandatement des indemnités, il y aura lieu de se conformer aux règles tracées par le résumé du 27 février 1893 (circ. du 28 février 1893, n° 831.)

Réclamations et dégrèvements. — Les réclamations auxquelles pourra donner lieu l'assiette des droits d'épreuve seront instruites et jugées comme en matière de contributions directes. Toutefois, elles ne seront communiquées ni au maire ni aux répartiteurs,

et l'instruction en sera confiée aux ingénieurs des mines et aux commissions de surveillance, qui sont déjà, d'après la loi chargés d'établir les états-matrices. Il en sera fait mention dans l'état trimestriel de situation de l'instruction des réclamations (mod. n° 44, visé par l'article 217 de l'instruction du 30 janvier 1892) à la suite des demandes relatives aux redevances pour la rétribution des délégués mineurs.

Quant à la marche à suivre pour la comptabilité des dégrèvements, je me réfère aux instructions contenues sur ce point dans le résumé du 27 février 1893.

En appelant l'attention de MM. les directeurs sur le concours qu'ils sont tenus de prêter au service des travaux publics, je leur recommande d'une manière spéciale d'apporter à l'émission des nouveaux rôles trimestriels toute la célérité compatible avec la bonne exécution du travail.

Le conseiller d'État,
Directeur général des contributions directes,

BOUTIN.

ANNEXE N° 1.

MODÈLES

DÉPARTEMENT

ARRONDISSEMENT
MINÉRALOGIQUE

SOUS-ARRONDISSEMENT
MINÉRALOGIQUE

MODÈLE N° 1

Circulaire
du 6 avril 1893
n° 834

DROITS D'ÉPREUVE DES APPAREILS A VAPEUR autres que ceux situés dans l'enceinte des chemins de fer d'intérêt général ou en service à bord des bateaux.

(Loi du 18 juillet 1892, articles 6 et 7.)

ANNÉE 189 .

ÉTAT-MATRICE

POUR LE [1] TRIMESTRE DE 189 .

NOTA. — Les inscriptions sur l'état-matrice seront faites par commune, et les communes seront rangées entre elles dans un ordre établi de concert avec le directeur des contributions directes.

Les colonnes 6 à 14 sont remplies par le directeur des contributions directes qui devra, en raison de l'ordre suivi pour la rédaction de l'état, procéder par perception à la vérification des résultats obtenus.

[1] *Format écu.*

NUMÉROS D'ORDRE	NOM ou DÉSIGNATION de la personne ou de la société qui a demandé l'épreuve ou à qui elle a été imposée.	ADRESSE — (Nom de la commune ; pour les villes, indiquer, en plus, la rue et le numéro.)	NOMBRE d'épreuves par personne ou société effectuées pendant le trimestre		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL DES DROITS EN PRINCIPAL (col. 6 et 7)	FONDS DE NON-VALEURS (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 8 et 9	FRAIS DE PERCEPTION (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement	TOTAL DES DROITS D'ÉPREUVE (col. 10, 11 et 12)	NUMÉROS DES ARTICLES par perception	OBSERVATIONS
			Chaudières	Récipients	de chaudières	de récipients								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr c.	fr. c.		
5 m/m	10 m/m	24 m/m	8 m/m	8 m/m	10 m/m	10 m/m	15 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	5 m/m	5 m/m
	TOTAUX.......													

(1re page.)

NOM ou DÉSIGNATION de la personne ou de la société qui a demandé l'épreuve ou à qui elle a été imposée	ADRESSE — (Nom de la commune ; pour les villes, indiquer, en plus, la rue et le numéro.)	NOMBRE d'épreuves par personne ou société effectuées pendant le e trimestre		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL DES DROITS EN PRINCIPAL (col. 6 et 7)	FONDS DE NON-VALEURS (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 8 et 9	FRAIS DE PERCEPTION (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement	TOTAL DES DROITS D'ÉPREUVE (col. 10, 11 et 12)	NUMÉROS DES ARTICLES par perception	OBSERVATIONS
		Chaudières	Récipients	de chaudières	de récipients								
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				fr.	fr.	fr.	fr. | c.	fr. | c.	fr. | c.	fr. | c.	fr. | c.		
40 m/m	24 m/m	8 m/m	8 m/m	10 m/m	10 m/m	15 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	5 m/m	35 m/m
TOTAUX.													

(• page.)

Certifié conforme au registre EV du sous-arrondissement minéralogique d
par l'Ingénieur des mines soussigné.

A , le 189 .

Vu et transmis à Monsieur le Préfet par l'Ingénieur en chef soussigné.

A , le 189 .

Arrêté par nous, Préfet du département d
et transmis à Monsieur le Directeur des Contributions directes.

A , le 189 .

(*Sceau de la préfecture.*)

RÉCAPITULATION.

NUMÉROS des pages	NOMBRE d'articles	NOMBRE d'épreuves		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL des droits en principal (col. 5 et 6)	FONDS de non-valeurs (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 7 et 8	FRAIS de perception (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement	TOTAL des droits d'épreuve (col. 9, 10 et 11)	OBSERVATIONS
		de chaudières	de récipients	de chaudières	de récipients							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	
20 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	15 m/m	20 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	30 m/m
TOTAUX												

DÉPARTEMENT

COMMISSION
SURVEILLANCE
des
BATEAUX A VAPEUR

MODÈLE N° 2

Circulaire
du 6 avril 1893,
n° 834

DROITS D'ÉPREUVE DES APPAREILS A VAPEUR

en service à bord des bateaux.

(Loi du 18 juillet 1892, articles 6 et 7.)

ANNÉE 189 .

ÉTAT-MATRICE

POUR LE • TRIMESTRE DE 189 .

NOTA. — Les inscriptions sur l'état-matrice seront faites par commune, et les communes seront rangées entre elles dans un ordre établi de concert avec le Directeur des Contributions directes.

Les colonnes 6 à 14 sont remplies par le Directeur des Contributions directes qui devra, en raison de l'ordre suivi pour la rédaction de l'état, procéder par perception à la vérification des résultats obtenus.

Format écu.

NUMÉROS D'ORDRE	NOM ou DÉSIGNATION de la personne ou de la société qui a demandé l'épreuve ou à qui elle a été imposée	ADRESSE — (Nom de la commune; pour les villes, indiquer, en plus, la rue et le numéro.)	NOMBRE d'épreuves par personne ou société effectuées pendant le trimestre		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL DES DROITS en principal (col. 6 et 7)	FONDS DE NON-VALEURS (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 8 et 9	FRAIS DE PERCEPTION (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement	TOTAL DES DROITS D'ÉPREUVE (col. 10, 11 et 12)	NUMÉROS DES ARTICLES par perception	OBSERVATIONS
			Chaudières	Récipients	de chaudières	de récipients								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr.	
5 m/m	40 m/m	24 m/m	8 m/m	8 m/m	10 m/m	10 m/m	15 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	5 m/m	35 m/m
	TOTAUX.													

(1re page.)

NOM ou DÉSIGNATION de la personne ou de la société qui a demandé l'épreuve ou à qui elle a été imposée	ADRESSE — (Nom de la commune ; pour les villes, indiquer, en plus, la rue et le numéro)	NOMBRE d'épreuves par personne ou société effectuées pendant le trimestre		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL DES DROITS en principal (col. 6 et 7)	FONDS DE NON-VALEURS (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 8 et 9	FRAIS DE PERCEPTION (3 cent. par francs)	FRAIS d'avertissement	TOTAL DES DROITS D'ÉPREUVE (col. 10, 11 et 12)	NUMÉROS DES ARTICLES par perception	OBSERVATIONS
		Chaudières	Récipients	de chaudières	de récipients								
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr.	
40 m/m	24 m/m	8 m/m	8 m/m	10 m/m	10 m/m	15 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	5 m/m	35 m/m
TOTAUX.													

page.)

Certifié conforme au registre E V B de la Commission de surveillance des bateaux à vapeur d
et transmis à Monsieur le Préfet par le Président de la Commission soussigné.

A , le 189 .

Arrêté par nous, Préfet du département d
et transmis à Monsieur le Directeur des Contributions directes.

A , le 189 .

(*Sceau de la Préfecture.*)

RÉCAPITULATION

NUMÉROS des pages	NOMBRE d'articles	NOMBRE d'épreuves		MONTANT des droits en principal pour épreuves		TOTAL des droits en principal (col. 5 et 6)	FONDS de non-valeurs (5 cent par franc)	TOTAL des colonnes 7 et 8	FRAIS de perception (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement	TOTAL des droits d'épreuve (col. 9 10 et 11)	OBSERVATIONS
		de chaudières	de récipients	de chaudières	de récipients							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				fr.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	
10 m/m	10 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	15 m/m	20 m/m	15 m/m	15 m/m	20 m/m	30 m/m
TOTAUX												

[DI]RECTION GÉNÉRALE
DES
CONTRIBUTIONS
DIRECTES

DÉPARTEMENT

PERCEPTION

MODÈLE N° 3

Circulaire
du 6 avril 1893,
n° 834

M.
PERCEPTEUR

DROITS D'ÉPREUVE
DES APPAREILS A VAPEUR

(Loi du 18 juillet 1892, art. 6 et 7.)

ANNÉE 189 .

RÔLE
POUR LE TRIMESTRE 189 .

RÉSUMÉ

NATURE DES IMPOSITIONS 1	SOMMES 2	
	fr.	c.
Montant des droits d'épreuve en principal		
Fonds de non-valeurs (5 cent. par franc).		
TOTAL des deux lignes précédentes. . . .		
Frais { de perception (3 cent. par franc).		
Frais { d'avertissement (5 cent. par article). (articles). .		
MONTANT du rôle.		

[m]al écu.

DÉSIGNATION de la COMMUNE	DÉSIGNATION DES IMPOSABLES BASES ET DÉTAIL DES DROITS	MONTANT des DROITS par contribuable	ÉMARGEMENTS NUMÉROS du journal à souche	DATES des payements	SOMMES en toutes lettres	SOMMES en chiffres
1	2	3	4	5	6	7
	Art .	fr. c.				fr. c.
	M. , demeurant à . redevable des taxes ci-après : **1° Principal.** fr. fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . **2° Centimes additionnels.** Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . . 05 Payera la somme totale de					
	Art .					
	M. , demeurant à , redevable des taxes ci-après : **1° Principal.** fr. fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . **2° Centimes additionnels** Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . . 05 Payera la somme totale de					
	Art. .					
	M. , demeurant à . redevable des taxes ci-après : **1° Principal.** fr. fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . **2° Centimes additionnels.** Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . . 05 Payera la somme totale de					
	Art. .					
	M. , demeurant à , redevable des taxes ci-après : **1° Principal.** fr. fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . **2° Centimes additionnels.** Pour fonds de non-valeurs . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . 05 Payera la somme totale de					
	TOTAL de la 1re page.					

DÉSIGNATION de la COMMUNE	DÉSIGNATION DES IMPOSABLES BASES ET DÉTAIL DES DROITS	MONTANT des DROITS par contribuable		ÉMARGEMENTS				
				NUMÉROS du journal à souche	DATES des payements	SOMMES en toutes lettres	SOMMES en chiffres	
1	2	3		4	5	6	7	
		fr.	c.				fr.	c.
	Art. . M. , demeurant à , redevable des taxes ci-après : 1° Principal. fr. | fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une. . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . 2° Centimes additionnels. Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . . 05 Payera la somme totale de							
	Art. . M. , demeurant à , redevable des taxes ci-après : 1° Principal. fr. | fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . 2° Centimes additionnels. Pour fonds de non-valeurs. . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . . 05 Payera la somme totale de							
	Art . M. , demeurant à , redevable des taxes ci-après : 1° Principal. fr. | fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . 2° Centimes additionnels. Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . 05 Payera la somme totale de							
	Art. . M , demeurant à , redevable des taxes ci-après : 1° Principal. fr. | fr. c. Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une . . . . Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une. . . . . 2° Centimes additionnels. Pour fonds de non-valeurs. . . . . . Pour frais de perception . . . . Plus, pour frais d'avertissement. . . 05 Payera la somme totale de							
	TOTAL de la page.							

RÉCAPITULATION

	MONTANT des DROITS	
	fr.	c.
1re page		
2e page		
3e page		
4e page		
5e page		
MONTANT du rôle		

Le directeur des contributions directes, soussigné, certifie que le présent rôle est exact dans ses détails et dans ses résultats.

A , le 189 .

Nous, préfet du département d

Vu le rôle des droits d'épreuve des appareils à vapeur à recouvrer en exécution des articles 6 et 7 de la loi du 18 juillet 1892, dans la perception d pour le trimestre de 189 ;

Après avoir procédé à sa vérification, en avons arrêté le montant à la somme totale de

Le percepteur des contributions directes fera le recouvrement du présent rôle, et il en versera le montant à la caisse du receveur des finances de l'arrondissement;

Enjoignons à tous les redevables dénommés dans ledit rôle, leurs représentants ou ayants cause, d'acquitter les sommes y contenues, à peine d'y être contraints par les voies de droit.

Fait et arrêté à , le 189 .

(Sceau de la préfecture.) *Le préfet,*

Les maires des communes ci-après certifient que le présent rôle a été publié dans leurs communes respectives, savoir :

Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*	Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*	Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*
Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*	Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*	Dans la commune d Le 189 . *Le Maire,*

ANNÉE 189 .

° TRIMESTRE

MODÈLE N° 4

Circulaire
du 6 avril 1893,
n° 834

AVERTISSEMENT

POUR L'ACQUIT DES

DROITS D'ÉPREUVE DES APPAREILS A VAPEUR

ÉTABLIS EN EXÉCUTION DES ARTICLES 6 ET 7 DE LA LOI DU 18 JUILLET 1892.

(Article du rôle.)

M

demeurant à
est imposé de la manière suivante :

BASES ET DÉTAIL DE LA TAXE				MONTANT de LA TAXE fr.	c.
	fr.	fr.	c.		
1° Principal.					
Pour épreuves de chaudières à 10 francs l'une.					
Pour épreuves de récipients à 5 francs l'une.					
2° Centimes additionnels.					
Pour fonds de non-valeurs					
Pour frais de perception.					
Plus, pour frais du présent avertissement					05
TOTAL.					

CERTIFIÉ CONFORME AU RÔLE :

Le Directeur des Contributions directes,

AVIS AUX CONTRIBUABLES

I. — Payement des droits d'épreuve.

Le montant des droits d'épreuve des appareils à vapeur est exigible en une seule fois *dans les quinze jours* de la publication des rôles.

Les contribuables sont invités à représenter leur avertissement au percepteur à chaque payement qu'ils effectuent. Toute quittance, pour être valable, doit être délivrée sur un coupon que le percepteur détache de son livre à souche.

II. — Réclamations.

Les demandes en décharge ou en réduction, relatives aux droits d'épreuve des appareils à vapeur, doivent être adressées au sous-préfet, ou au préfet pour l'arrondissement chef-lieu, dans les *trois mois* de la publication des rôles, sauf dans le cas de faux ou double emploi où le délai ne prend fin que *trois mois* après que le contribuable a eu connaissance officielle des poursuites dirigées contre lui par le percepteur pour le recouvrement de la cote imdûment imposée.

Ces délais sont de rigueur.

Les demandes en décharge ou en réduction doivent, si elles ont pour objet une cote égale ou supérieure à 30 francs, être écrites sur papier timbré. Les contribuables sont invités à y joindre l'avertissement ou un extrait du rôle.

III. — Règles relatives à l'assiette des droits d'épreuve.

Les appareils à vapeur (chaudières et récipients) sont soumis à des épreuves réglementaires, qui sont faites, à terre, par le service des mines, à bord des bateaux à vapeur, par les soins des commissions de surveillance.

Pour les appareils neufs établis en France, ces épreuves ont lieu chez le constructeur, et, pour ceux venant de l'étranger, sur le point du territoire français désigné par le destinataire.

Le renouvellement de l'épreuve peut être exigé de celui qui fait usage d'un appareil à vapeur :

1° Lorsque l'appareil, ayant déjà servi, est l'objet d'une nouvelle installation;

2° Lorsqu'il a subi une réparation notable;

3° Lorsqu'il est remis en service après [illegible] chômage prolongé ;

4° Enfin lorsque, à raison des conditions [illegible] lesquelles il fonctionne, il y a lieu d'en suspect[illegible] la solidité.

En aucun cas, l'intervalle entre deux épreu[illegible] consécutives n'est supérieur :

A 10 ans, pour les machines à terre;

A 2 ans, pour les bateaux à voyageurs;

A 4 ans, pour les bateaux à marchandise[illegible] remorqueurs, etc.

Avant l'expiration de ces délais, celui [illegible] fait usage d'un appareil à vapeur doit lui-mê[illegible] demander le renouvellement de l'épreuve. (D[illegible]*crets des* 30 *avril* 1880 *et* 9 *avril* 1883.)

Les épreuves réglementaires des appareils [illegible] vapeur, autres que ceux situés dans l'encei[illegible] des chemins de fer d'intérêt général, donn[illegible] lieu à la perception, pour chaque épreuve, d[illegible] droit de 10 fr. par chaudière, ou de 5 fr. par [illegible]cipient de vapeur. Ce droit est dû par la perso[illegible] qui a demandé l'épeuve ou à qui l'épreuve a [illegible] imposée par application des règlements.

Ces sommes sont recouvrées au moyen [illegible] rôles trimestriels. Il y est ajouté : 1° 5 cent[illegible] par franc pour couvrir les décharges ou ré[illegible]tions et les frais de confection des rô[illegible] 2° 3 centimes par franc pour frais de [illegible]ception.

IV. — Extraits de rôles.

Les percepteurs sont tenus de délivrer, [illegible] papier libre, à toute personne portée au [illegible] qui en fait la demande, l'extrait relatif [illegible] contributions ou tout autre extrait de rô[illegible] certificat négatif. Ils ont droit à une rétrib[illegible] de 25 centimes par extrait de rôle conce[illegible] le même contribuable. Lorsque la délivra[illegible] l'extrait a pour objet une demande en dé[illegible]ment, ils doivent, pour ladite somme, re[illegible] autant d'extraits qu'il y a de nature de co[illegible]tions donnant lieu à réclamation.

ECTION GÉNÉRALE
des
ONTRIBUTIONS
DIRECTES

DÉPARTEMENT

MODÈLE N° 5

Circulaire
du 6 avril 1893,
n° 834.

DROITS D'ÉPREUVE

DES APPAREILS A VAPEUR

(Loi du 18 juillet 1892, art. 6 et 7)

ANNÉE 189 .

ÉTAT

DU MONTANT DES RÔLES ÉMIS

POUR LE • TRIMESTRE 189 .

Format écu.

PERCEPTIONS	NOMBRE d'articles des rôles	MONTANT des droits d'épreuve en principal	FONDS de non-valeurs (5 cent. par franc)	TOTAL des colonnes 3 et 4	FRAIS de perception (3 cent. par franc)	FRAIS d'avertissement (5 cent. par article)	MONTANT total des droits compris dans les rôles (col. 5 à 7)	OBSERVATIONS
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	
40 m/m	15 m/m	20 m/m	20 m/m	25 m/m	20 m/m	20 m/m	25 m/m	50 m/m
TOTAUX. . .								

PERCEPTIONS 1	NOMBRE d'articles de rôle 2	MONTANT des droits d'épreuve en principal 3	FONDS de non-valeurs (5 cent. par franc) 4	TOTAL des colonnes 3 et 4 5	FRAIS de perception (3 cent. par franc) 6	FRAIS d'avertissement (5 cent. par article 7	MONTANT total des droits compris dans les rôles (col. 5 à 7) 8	OBSERVATIONS 9
		fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	
40 m/m	15 m/m	20 m/m	20 m/m	25 m/m	20 m/m	20 m/m	25 m/m	50 m/m
OTAUX. . .								

Le présent état est certifié exact dans ses détails et dans ses résultats.

A , le 189.

Le Directeur,

Vu et approuvé le présent état montant à la somme de

A , le 189 .

Le Préfet,

(Sceau de la Préfecture)

Modèle n° 6

Circulaire du 6 avril 1893, n° 834

DROITS D'ÉPREUVE
DES APPAREILS A VAPEUR
(Loi du 18 juillet 1892, articles 6 et 7.)

ANNÉE 189 .

IS D'ÉMISSION DES RÔLES
POUR LE • TRIMESTRE 189 .

NATURE DES RENSEIGNEMENTS		
	NOMBRE	
t émis.		
composent		
	DATES	
t de l'état du montant des rôles.		
u Trésorier-Payeur général.		
	SOMMES	
	fr.	c.
s d'épreuve en principal.		
irs (5 cent. par franc).		
Total des deux lignes précédentes.		
tion (3 cent. par franc)		
ement (5 centimes par article)		
Montant des rôles.		

A , le 189 .

Le Directeur,

ANNEXE N° 2.

SOMMAIRE

1. **Circulaire du Ministre des travaux publics en date du 27 décembre 1892 (*).**
2. **Tableau présentant, par département, l'indication des chefs-lieux de circonscriptions minéralogiques et de commissions de surveillance des bateaux à vapeur.**

(*) Volume de 1892, p. 397.

TABLEAU

PRÉSENTANT, PAR DÉPARTEMENT,

N DES CHEFS-LIEUX DE CIRCONSCRIPTIONS MINÉRALOGIQUES

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE DES BATEAUX A VAPEUR

---

ne 3 fait connaître, pour chaque département, la résidence de l'Ingénieur en doit être adressée la liste des communes rangées dans l'ordre adopté pour la montant des rôles généraux.
des imprimés d'états-matrices, les Directeurs n'ont à tenir compte des indica-, 5 et 6 (résidences des Ingénieurs ordinaires des mines et des Présidents de eillance), qu'autant que les chefs-lieux des circonscriptions techniques sont .rtement.

TS	INDICATION DU CHEF-LIEU			
	de L'ARRONDISSEMENT minéralogique	du SOUS-ARRONDISSEMENT minéralogique	DES COMMISSIONS de surveillance	
			maritimes	fluviales
	3	4	5	6
. . .	Chalon	Chalon.		
. . .	Douai.	Valenciennes	. . . .	Saint-Quentin. Soissons.
. . .	Clermont-Ferrand . .	Moulins	. . . .	Moulins.
). . .	Marseille.	Marseille.		
. . .	Chambéry. . . .	Grenoble.		
. . .	Marseille.	Nice	Nice. Cannes.	
. . .	Alais	Valence	. . . .	Privas.
. . .	Nancy	Reims	. . . .	Mézières.
. . .	Toulouse.	Foix.		
. . .	Nancy	Reims.		
. . .	Toulouse. . . .	Carcassonne.	La Nouvelle.	
. . . .	Rodez.	Rodez	. . . .	Rodez.
ône. .	Marseille.	Marseille.	Marseille. . . . . . Arles	Arles.
. . . .	Rouen	Caen.	Caen. Honfleur. Trouville.	

NUMÉROS D'ORDRE	DÉPARTEMENTS	INDICATION DU CHEF-LIEU de L'ARRONDISSEMENT minéralogique	du SOUS-ARRONDISSEMENT minéralogique	DES COMMISSIONS de surveillance maritimes	fluviales
1	2	3	4	5	6
15	Cantal.	Clermont-Ferrand . .	Clermont-Ferrand.		
16	*Charente*.	Bordeaux	Bordeaux	. . . .	Cognac.
17	*Charente-Inférieure.*	Bordeaux	Bordeaux	La Rochelle . . . . Rochefort. . . . . . Le Château . . . . Royan	Rochefort. Marans.
18	*Cher*	Bourges	Bourges.		
19	Corrèze	Bourges	Bourges		
20	*Corse*	Marseille.	Nice	Ajaccio. Bastia.	
21	*Côte-d'Or*.	Chalon.	Dijon.	. . . .	Dijon.
22	*Côtes-du-Nord*. . . .	Le Mans.	Le Mans.	Saint-Brieuc. Paimpol. Lannion.	
23	Creuse.	Bourges	Bourges.		
24	Dordogne	Bordeaux	Bordeaux.		
25	*Doubs*.	Chalon.	Dijon.	. . . .	Besançon.
26	*Drôme*.	Alais.	Valence.		
27	*Eure*.	Rouen	Rouen	. . . .	Vernon.
28	*Eure-et-Loir*.	Paris.	Versailles (*)	. . . .	Chartres.
29	*Finistère*.	Le Mans	Nantes.	Brest. Morlaix. Concarneau. Douarnenez. Quimperlé.	
30	*Gard*	Alais.	Alais.	Aigues-Mortes. . .	Nîmes.
31	*Garonne (Haute-)*. . .	Toulouse.	Foix	. . . .	Toulouse.
32	Gers	Bordeaux	Pau.		
33	*Gironde*.	Bordeaux.	Bordeaux	Bordeaux.	Bordeaux.
34	*Hérault*.	Rodez.	Béziers.	Cette	Montpellier.
35	*Ille-et-Vilaine*	Le Mans.	Le Mans.	Saint-Malo. . . . . Redon.	Rennes. Redon.
36	Indre.	Bourges	Bourges.		
37	*Indre-et-Loire*	Bourges	Tours.	. . . .	Tours.
38	*Isère*	Chambéry. . . .	Grenoble.	. . . .	Grenoble.
39	*Jura*.	Chalon.	Dijon.	. . . .	Dôle.
40	*Landes*	Bordeaux.	Pau.	. . . .	Mont-de-Marsan.
41	*Loir-et-Cher*.	Bourges	Tours.	. . . .	Blois.

(*) Résidence à Paris.

INDICATION DU CHEF-LIEU			
de l'arrondissement minéralogique 3	du sous-arrondissement minéralogique 4	des commissions de surveillance maritimes 5	des commissions de surveillance fluviales 6
Saint-Étienne	Saint-Étienne-Est. Saint-Étienne-Ouest Rive-de-Gier.		
Clermont-Ferrand	Clermont-Ferrand.		
Le Mans	Nantes	Nantes	Nantes.
Paris	Versailles (1)	....	Briare.
Rodez	Albi.		
Bordeaux	Bordeaux	....	Agen.
Alais	Alais.		
Bourges	Angers	....	Angers.
Rouen	Caen	Cherbourg. Granville.	
Nancy	Reims	....	Châlons.
Chaumont	Vesoul	....	Chaumont.
Le Mans	Le Mans	....	Laval.
Nancy	Nancy	....	Nancy.
Nancy	Reims	....	Bar-le-Duc.
Le Mans	Nantes	Lorient. Vannes. Le Palais. Belle-Isle-en-Mer.	
Clermont-Ferrand	Moulins	....	Nevers.
Douai	Lille Valenciennes	Dunkerque	Dunkerque. Douai.
Arras	Amiens	....	Compiègne.
Rouen	Caen.		
Arras	Arras Béthune Amiens	Calais Boulogne	Calais.
Clermont-Ferrand	Clermont-Ferrand.		
Bordeaux	Pau	Bayonne Saint-Jean-de-Luz.	Bayonne.
Bordeaux	Pau.		
Toulouse	Carcassonne	Port-Vendres.	
Chaumont	Vesoul.		
Saint-Étienne	Rive-de-Gier	....	Lyon (Rhône). Lyon (Saône).
Chaumont	Vesoul.		
Chalon	Chalon	....	Chalon.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉPARTEMENTS	INDICATION DU CHEF-LIEU			
		de L'ARRONDISSEMENT minéralogique	du SOUS-ARRONDISSEMENT minéralogique	DES COMMISSIONS de surveillance	
				maritimes	fluviales
1	2	3	4	5	6
72	*Sarthe*	Le Mans	Le Mans	. . . .	Le Mans.
73	*Savoie*	Chambéry	Chambéry	. . . .	Chambéry.
74	*Savoie (Haute-)*	Chambéry	Chambéry	. . . .	Annecy. Thonon.
75	*Seine*	Paris	Paris (1)	. . . .	Paris.
76	*Seine-Inférieure*	Rouen	Rouen	Le Havre. Dieppe Fécamp. Rouen (2)	Le Havre. Rouen.
77	*Seine-et-Marne*	Paris	Versailles (3)	. . . .	Melun.
78	*Seine-et-Oise*	Versailles	Versailles (3)	. . . .	Corbeil. Mantes.
79	Sèvres (Deux-)	Bourges	Angers.		
80	*Somme*	Arras	Amiens	Saint-Valéry	Péronne.
81	*Tarn*	Rodez	Albi.		
82	Tarn-et-Garonne	Rodez	Albi.		
83	*Var*	Marseille	Nice	Toulon.	
84	*Vaucluse*	Marseille	Marseille	. . . .	Avignon.
85	*Vendée*	Bourges	Angers	Les Sables.	
86	*Vienne*	Bourges	Tours	. . . .	Châtellerault.
87	Vienne (Haute-)	Bourges	Bourges.		
88	*Vosges*	Nancy	Nancy	. . . .	Épinal.
89	Yonne	Chalon	Dijon.		

(1) Le directeur de la Seine sera, en outre, chargé de fournir les imprimés nécessaires au sous-arrondissement minéralogique de Versailles.

(2) Avec les bateaux de rivière.

(3) Résidence à Paris.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES

DIRECTION DU COMMERCE INTÉRIEUR. — BUREAU DE L'INDUSTRIE

TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE. — LOI DU 2 NOVEMBRE 1892. — DÉCLARATION DES ACCIDENTS.

A Monsieur le Préfet d

Paris, le 24 avril 1893.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser ci-joint le texte du décret du 21 avril 1893 (*) qui a déterminé la forme du procès-verbal de déclaration des accidents à dresser par le maire. Je vous prie de porter ce décret à la connaissance des maires de votre département en leur faisant connaître quelles sont les obligations nouvelles que leur impose la loi du 2 novembre 1892 (**), en ce qui concerne les accidents du travail. Ces obligations sont rappelées ci-après :

Tout accident, survenu dans un établissement industriel, et ayant occasionné une blessure à un ou plusieurs ouvriers, doit faire l'objet d'une déclaration par le chef de l'entreprise ou, à son défaut et en son absence, par son préposé.

Cette déclaration contiendra le nom et l'adresse des témoins de l'accident ; elle sera faite dans les *quarante-huit heures* au maire de la commune. L'industriel doit y joindre un certificat du médecin indiquant l'état du blessé, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

1° *Déclaration.* — Ainsi que l'indique le modèle de procès-verbal annexé au règlement d'administration publique du 21 avril 1893, la déclaration est obligatoire pour tout accident paraissant devoir entraîner une incapacité de travail de trois jours au moins. L'industriel qui négligerait de faire cette déclaration, avec tous les renseignements indiqués plus haut, serait passible des peines prévues aux articles 26 et 27 de la loi du 2 novembre 1892.

La question s'est posée de savoir si la déclaration est obliga-

---

(*) Voir *suprà*, p. 204.
(**) Volume de 1892, p. 329.

toire pour tout accident arrivé à un ouvrier industriel quel qu'il soit, ou si elle n'est exigée que pour le personnel protégé par la loi du 2 novembre, c'est-à-dire pour les enfants au-dessous de 18 ans, les filles et femmes de tout âge. C'est dans ce dernier sens que s'est prononcée la Commission supérieure du travail; elle a fait remarquer qu'en employant l'expression « ouvriers » l'article 15 n'avait pu lui donner une portée plus large que n'avait fait la loi elle-même par son titre et son article 1er. Il n'y aura donc pas lieu d'exiger la déclaration des accidents arrivés à des ouvriers du sexe masculin, âgés de plus de 18 ans. Si toutefois un industriel croyait devoir faire une déclaration de cette nature, le maire ne se refuserait pas à la recevoir.

Je vous prie d'inviter les maires à porter les prescriptions qui précèdent à la connaissance des industriels de leur commune.

2° *Procès-verbal de la déclaration.* — Dès qu'il reçoit une déclaration d'accident, le maire dresse procès-verbal dans la forme indiquée par le règlement d'administration publique du 21 avril 1893. Récépissé de la déclaration est remis, séance tenante, au déposant.

3° *Avis à l'inspecteur.* — Le maire doit donner immédiatement avis de l'accident à l'inspecteur du travail. A cet effet, il lui transmet le procès-verbal dressé par lui avec le certificat médical. Ces pièces sont adressées à l'inspecteur départemental dans la circonscription duquel se trouve la commune où a eu lieu l'accident. En cas d'accident arrivé dans une minière ou carrière, les pièces dont il s'agit doivent être envoyées à l'ingénieur des mines.

Afin que les maires sachent à quel inspecteur ou à quel ingénieur l'avis doit être adressé, je vous prie d'insérer dans le *Bulletin des actes administratifs* de votre département, à la suite de la présente circulaire, un tableau indiquant les noms et adresses des inspecteurs du travail et ingénieurs des mines, avec les circonscriptions territoriales soumises à la surveillance de chacun d'eux. En ce qui concerne les inspecteurs du travail, ce renseignement découle du décret du 13 décembre 1892 (*), qui vous a été communiqué antérieurement par mon administration. Quant au service des mines, l'organisation n'en a pas été modifiée et vous la connaissez certainement.

Veuillez, d'ailleurs, avertir les maires qu'ils peuvent commu-

---

(*) Volume de 1892, p. 352.

niquer en franchise, sous bandes, avec les inspecteurs du travail et les ingénieurs des mines, dans la circonscription desquels se trouve leur commune.

Recevez, etc.

Le Ministre du commerce,
de l'industrie et des colonies,

TERRIER.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES

DIRECTION DU COMMERCE INTÉRIEUR. — BUREAU DE L'INDUSTRIE.

TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE. — DÉCLARATION DES ACCIDENTS.

A MM. les Inspecteurs divisionnaires du travail et les Ingénieurs en chef des mines.

Paris, le 25 avril 1893.

Messieurs, j'ai l'honneur de vous adresser le texte du règlement d'administration publique du 21 avril 1893 (*) qui a déterminé la forme du procès-verbal à dresser par les maires, lorsqu'ils reçoivent une déclaration d'accident. Je joins les instructions envoyées à MM. les Préfets sur le même sujet.

Les maires doivent, vous le savez, communiquer immédiatement le procès-verbal dressé par eux et le certificat médical qui l'accompagne aux inspecteurs départementaux du travail et aux ingénieurs des mines. D'autre part, la déclaration est obligatoire pour tout accident arrivé à une personne protégée par la loi du 2 novembre 1892 (**) et paraissant devoir entraîner une incapacité de travail de trois jours au moins. Le nombre des procès-verbaux de déclaration que vous recevrez sera donc considérable.

Dans ces conditions, la Commission supérieure a pensé que si l'on demandait aux inspecteurs et aux ingénieurs de procéder à une enquête pour chaque accident, ces enquêtes absorberaient la majeure partie de leur temps sans profit appréciable pour

---

(*) Voir *suprà*, p. 204.
(**) Volume de 1892, p. 329.

l'application de la loi; conformément à l'avis exprimé par cette commission, vous n'aurez à faire une enquête, au sujet d'un accident, que lorsque sa gravité ou les circonstances spéciales dans lesquelles il s'est produit vous paraîtront la rendre nécessaire. Toutefois, l'enquête devra toujours avoir lieu quand, sur le vu du procès-verbal dressé par le maire, l'accident vous semblera résulter d'une violation des prescriptions des articles 12, 13 ou 14 de la loi du 2 novembre 1892 ou des règlements d'administration publique qui les compléteront.

En exécution des instructions générales du 19 décembre 1892 (*), vous aurez à m'envoyer tous les trois mois un état des accidents arrivés dans votre circonscription. Cet état devra être dressé conformément à un modèle que vous avez reçu récemment.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire et des documents qui y sont joints en nombre suffisant d'exemplaires pour les inspecteurs départementaux ou les ingénieurs et contrôleurs placés sous vos ordres.

Recevez, etc.

Le Ministre du commerce,
de l'industrie et des colonies,

TERRIER.

MINES. — DOSAGES GRISOUMÉTRIQUES ET INDICATEURS DE GRISOU.

A M. le Préfet d .

Paris, le 25 avril 1893.

Monsieur le Préfet, à la suite des recherches qui ont été poursuivies sous ses auspices et dont il a été rendu compte dans des rapports et notices de M. l'ingénieur des mines Chesneau, insérés dans les *Annales des mines* et distribués aux ingénieurs des mines et aux exploitants, la commission du grisou a appelé mon attention sur les indicateurs de grisou et les dosages grisoumétriques que des indicateurs de cette nature, bien choisis, permettent désormais de faire dans des conditions faciles et rapides, aussi bien qu'exactes et sûres.

Déjà, dans certains districts, les dosages grisoumétriques ont été rendus obligatoires par des arrêtés préfectoraux; vous aurez

(*) Voir *infrà*, annexe de la circulaire du 4 mai 1893.

à apprécier éventuellement, sur les propositions des ingénieurs des mines, les exploitants entendus, si et dans quelles conditions cette obligation devrait être étendue à certaines mines à grisou de votre département.

Les indicateurs qui pourront être utilisés doivent satisfaire à deux conditions essentielles : ils doivent être sûrs, en ce sens que leur emploi ne doit pas exposer à des dangers plus sérieux que ceux pouvant résulter des meilleurs types de lampes actuellement pratiqués; ils doivent être exacts dans les indications qu'ils donnent, et la commission du grisou estime, à cet égard, que les indicateurs doivent pouvoir déceler une teneur de 1/4 p. 100 de gaz, et que l'erreur sur la teneur indiquée ne doit pas dépasser 2/1000e du volume total. La commission m'a indiqué la lampe à alcool, construite et employée d'après les indications de M. l'ingénieur Chesneau, comme constituant un indicateur qui, lorsqu'il est en bon état d'entretien, remplit, d'une façon satisfaisante, les conditions de sécurité et de précision ci-dessus énumérées.

Il vous appartiendrait d'interdire l'emploi d'indicateurs qui paraîtraient de nature à faire courir quelques dangers; les ingénieurs devront notamment provoquer l'interdiction des lampes grisoumétriques du système Pieler, à un seul tamis, avec ou sans cuirasse, qui, d'après la commission du grisou, présente de très sérieux dangers, et qu'on ne peut, suivant elle, tolérer dans les mines grisouteuses.

Si les ingénieurs des mines éprouvaient quelques doutes sur le degré de sécurité ou de précision d'un indicateur que, sous sa responsabilité, l'exploitant aurait mis en service dans sa mine, je m'empresserais, à leur demande, de le faire examiner par la commission de grisou. Vous apprécierez si, en attendant l'avis de cette commission, il y a lieu de suspendre provisoirement l'emploi d'un pareil instrument.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse ampliation aux ingénieurs des mines.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

BATEAUX A VAPEUR NAVIGUANT DANS LES EAUX MARITIMES. — MÉCANICIENS.

A M. , *Ingénieur en chef des ponts et chaussées.*

Paris, le 26 avril 1893.

Monsieur l'Ingénieur en chef, les demandes que j'ai reçues jusqu'à présent des mécaniciens de la marine marchande, en vue d'obtenir la délivrance d'un brevet de service dans les conditions prévues à l'article 16 de l'arrêté ministériel du 2 février 1893 (*), sont fréquemment accompagnées de pièces justificatives incomplètes.

L'extrait de la matricule de la marine indique généralement quelles ont été les fonctions remplies successivement par le demandeur dans la marine marchande, mais le renseignement fait souvent défaut, et quand il est fourni, la terminologie employée laisse parfois subsister des doutes.

D'une manière générale, d'ailleurs, les mentions touchant la nature des fonctions remplies, qui figurent sur les registres de l'inscription maritime, ont plutôt le caractère de renseignements que celui d'une constatation destinée à faire foi.

Il est, en résumé, difficile, pour certains dossiers, de reconnaître s'il y a lieu à délivrance d'un brevet de service, et plus difficile encore, parfois même impossible, d'apprécier de quelle classe doit être le brevet de service à délivrer.

L'arrêté ministériel du 2 février 1893, en spécifiant que la classe du brevet de service correspondra à la nature des services antérieurs du candidat, vise la distinction posée aux alinéas 3 et 4 de l'article 28 du décret réglementaire. Dans la plupart des cas, il suffit de savoir exactement quelles fonctions le demandeur a remplies dans ses différents embarquements, pour posséder les éléments du classement; les fonctions de chef mécanicien d'une machine puissante sur un bateau naviguant au long cours confèrent incontestablement le droit d'obtenir le brevet de service de 1re classe, comme le fait de n'avoir jamais navigué qu'au bornage rend cette obtention impossible.

Mais il est des cas mixtes où l'appréciation doit intervenir. Sur certains bateaux par exemple, le mécanicien en second peut avoir un rôle assez important pour que la 1re classe ne puisse

(*) Voir *suprà*, p. 36.

pas lui être refusée. Il peut se faire aussi qu'un mécanicien n'ayant jamais servi dans la marine marchande que dans des conditions incompatibles avec la délivrance d'un brevet de 1re classe, ait au contraire accompli dans la marine militaire un service dont l'importance soit assez grande pour motiver cette mesure.

Tenant essentiellement à posséder, dans ces matières, des éléments d'appréciation indiscutables, j'ai décidé qu'à l'avenir. lorsqu'ils auront à libeller les certificats destinés à faire connaître la puissance en chevaux de la machine, de chacun des navires sur lesquels le demandeur a servi comme mécanicien, les présidents des commissions de surveillance devront y énoncer en détail les fonctions remplies par le demandeur. Dans le cas où ces indications ne pourraient être basées sur des documents indiscutables, par exemple s'il fallait s'en rapporter à des papiers ou livrets de portée douteuse, il conviendrait d'ajouter sur le certificat une mention faisant connaître cette circonstance.

En compulsant les archives de la commission pour établir le certificat dont il vient d'être parlé, et en examinant les documents de toute nature qui leur seraient soumis par le demandeur, les présidents des commissions devront avoir soin de recueillir les éléments qui leur seraient nécessaires pour me fournir, sans nouvelle enquête autant que possible, leur appréciation sur les cas douteux que je jugerais utile de leur soumettre.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
Pour le Ministre et par autorisation :
Le conseiller d'État,
Directeur des routes, de la navigation et des mines,
F. GUILLAIN.

BATEAUX A VAPEUR. — NAVIGATION FLUVIALE.

A M. , Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Paris, le 29 avril 1893.

Monsieur l'Ingénieur en chef, la vitesse excessive de certains bateaux à vapeur, notamment de yachts de plaisance, cause des accidents et motive des plaintes dont mon administration a le devoir de se préoccuper.

J'appelle votre attention sur la nécessité de tenir strictement la main à l'observation rigoureuse de l'article 45, paragraphe 2, du décret du 9 avril 1883 (*), aux termes duquel les capitaines des bateaux à vapeur doivent diminuer la vitesse de ces bateaux, ou même les faire arrêter, toutes les fois que la continuation de la marche pourrait provoquer des accidents. Il ne faudra pas omettre, quand des contraventions à cette disposition seront relevées, d'en dresser procès-verbal.

A la suite des accidents qui se sont produits, il a été parfois difficile de retrouver les propriétaires des bateaux qui les avaient occasionnés, parce que, contrairement a l'article 32 du décret de 1883, ces bateaux ne portaient pas, sur chaque côté, leur nom en caractères très apparents. Vous devez exiger que cette prescription soit très exactement observée. Les commissions de surveillance des bateaux à vapeur ont à en constater explicitement l'application dans les procès-verbaux de visite, et il vous appartient de le leur rappeler.

Je vous serai obligé de m'accuser réception de la présente circulaire, dont je vous adresse un nombre d'exemplaires suffisant pour la répartition entre les ingénieurs ordinaires et les commissions de surveillance de votre service.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

VIETTE.

(*) Volume de 1883, p. 210.

PERSONNEL

I. — Ingénieurs.

CONGÉS RENOUVELABLES.

Arrêté du 18 *avril* 1893. — M. **Bernard**, Ingénieur ordinaire de 3e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Béziers et du 5e arrondissement du service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Midi, est mis, sur sa demande, en congé renouvelable de cinq ans et autorisé à entrer, en qualité de Directeur, au service de la Société des mines et fonderies de La Caunette (Aude).
Cette disposition aura son effet à dater du 1er mai 1893.

Arrêté du 25 *avril*. — M. **Lévy** (Léon), Ingénieur en Chef de 2e classe, est maintenu dans la situation de congé renouvelable pour une nouvelle période de cinq années et autorisé à rester au service de la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry, en qualité de Directeur de la Compagnie.
Cette disposition aura son effet à dater du 16 juin 1893.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 26 *avril* 1893. — M. **Mettrier**, Ingénieur ordinaire

de 3e classe à Pau, est nommé Ingénieur-conseil des mines de Rancié.

M. **Mettrier**, conserve d'ailleurs ses attributions actuelles.

Cette disposition aura son effet à dater du 5 juin 1893 (*).

II. — Contrôleurs des mines.

RETRAITE.

	Date d'exécution.
M. **Canelle** (Jules), Contrôleur de 3e classe, en congé illimité.	12 avr. 1893

CONGÉS RENOUVELABLES.

22 *avril* 1893. — M. **Granddidier** (Augustin), Contrôleur de 4e classe, attaché dans le département de Meurthe-et-Moselle, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Nancy et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Est, est mis, sur sa demande, en congé renouvable de cinq ans et autorisé à accepter les fonctions de Directeur de la Société métallurgique de Champigneulles et de Neuves-Maisons.

25 *avril*. — M. **Lesprit** (Louis), Contrôleur de 1re classe, attaché dans le département du Doubs, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Dijon et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, est mis, sur sa demande, en congé renouvable de cinq ans, et autorisé à entrer, en qualité de Directeur technique, au service de la Société des Saline-et-Soudière de Poligny (Jura).

(*) M. Mettrier cesse, à partir de la même date, d'être chargé de l'intérim du sous-arrondissement minéralogique de Foix (*Décision du 25 mai 1893*).

DÉCISIONS DIVERSES.

10 *avril* 1893. — M. **Benoit** (Félix), Contrôleur de 3e classe, en congé pour défaut d'emploi est remis en activité, et attaché dans le département de Saône-et-Loire, à la résidence de Chalon-sur-Saône, au service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

21 *avril*. — M. **Bouvier** (Jules), Contrôleur principal, attaché à la résidence d'Alger, aux services du sous-arrondissement minéralogique d'Alger et du Contrôle de l'exploitation technique du chemin de fer d'Alger à Oran, est attaché, en outre, au service du Contrôle de l'exploitation technique du chemin de fer de Blidah à Berrouaghia.

26 *avril*. — M. **Séris** (Firmin), Contrôleur de 1re classe, attaché dans le département de l'Ariége, à la résidence de Sem, aux services des mines de Rancié et du sous-arrondissement minéralogique de Foix, cesse d'être attaché à ce dernier service.

M. **Séris** remplira les fonctions de Directeur de l'exploitation des mines de Rancié.

Cette disposition aura son effet à dater du 5 juin 1893.

ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Par arrêté du 5 avril 1893, ont été nommés Membres du Conseil de perfectionnement pour l'année 1893 :

1° Les quatre membres pris parmi les anciens élèves de l'École dont les noms suivent :

MM. **Devillaine**, Directeur de la Société des houillères de Montrambert et de la Béraudière, Président de la Société amicale des anciens élèves de l'École de Saint-Étienne.

Lévy (Joseph), Administrateur de mines, à Paris.

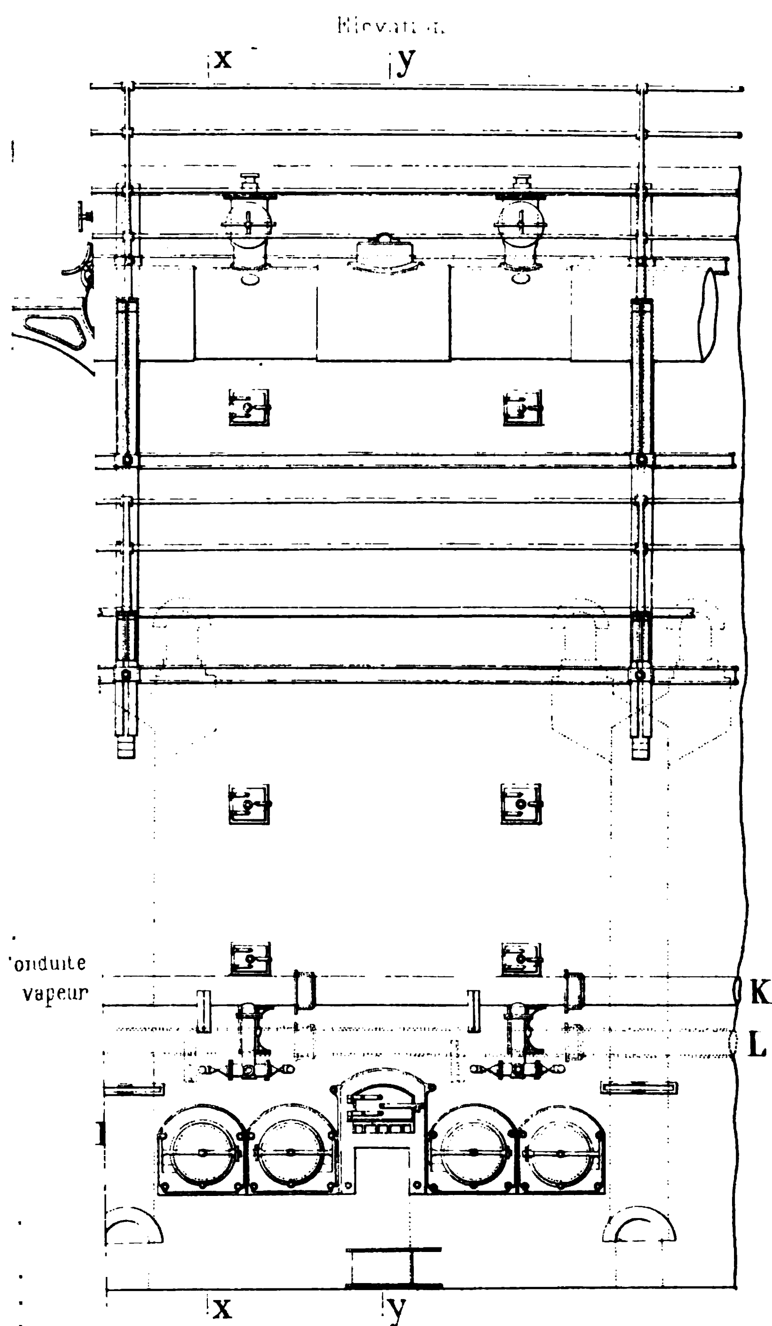
MM. **Fayol**, Directeur Général de la Société des Forges de Commentry-Fourchambault.
Marsaut, Ingénieur-Directeur des mines de Bessèges.

2° **Les deux grands** industriels dont les noms suivent :

MM. **de Montgolfier**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur des aciéries de la Marine, à Saint-Chamond.
Cholat (Charles), Administrateur délégué des aciéries de Saint-Étienne.

Le Gérant : Vve Dunod. — Imprimerie C. Marpon et E. Flammarion, 26, rue Racine.

Pl. XIII.



ʒes Mine

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.



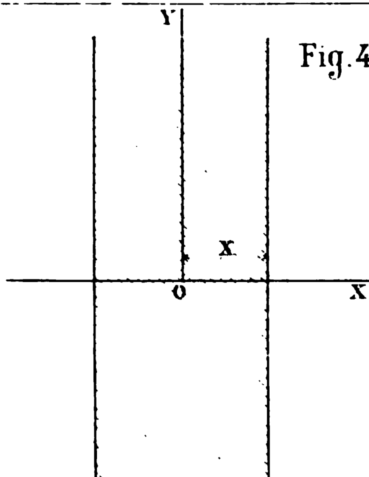


Fig.4.

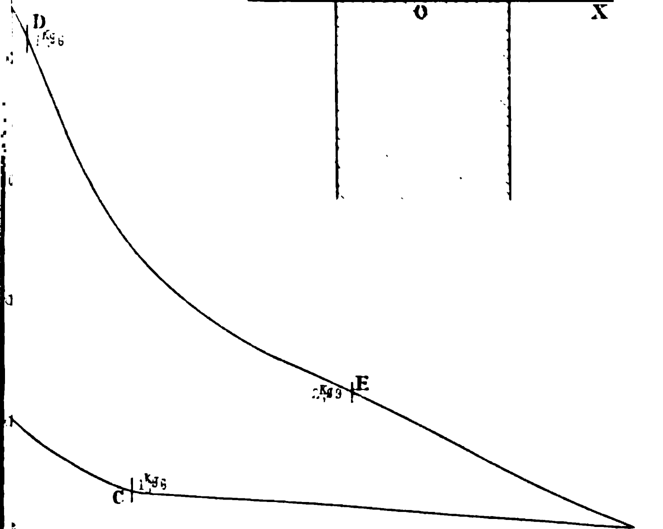


Fig.2.

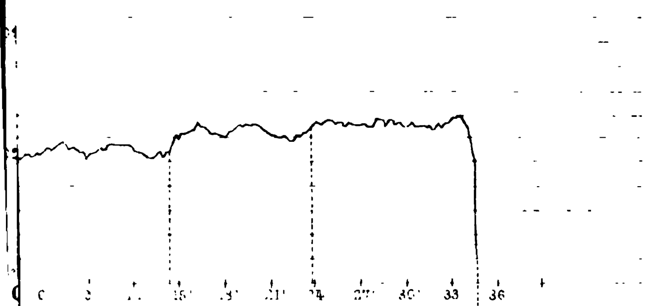


Fig.3.

Auto Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

EXPLICATION DES PLANCHES.

JUIN.

Pl. XIII. — L'industrie des huiles de schiste en France et en Écosse.

Pl. XIV. — Étude théorique du rendement réel des machines à vapeur. Application aux locomotives.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT

AUX ANNALES DES MINES.

Pour Paris. . . . . 20 fr. par an
Pour les Départements. . . franco 24 fr. —
Pour l'Etranger. . . . . . . franco 28 fr. —

Les Annales des mines paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

BULLETIN DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

STATISTIQUE ET LÉGISLATION COMPARÉE.

Prix de l'abonnement pour la France et l'étranger :

Un an (janvier à décembre). . . . . 12 fr.

GÉOLOGIE. **Essai de géologie expérimentale**, par M. DAUBRÉE, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole des mines, professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle. 1 très fort vol. grand in-8° avec vignettes et planches. 37 fr. 50.

— **Les Eaux souterraines**, par le même. 3 vol. in-8°. 50 fr.

— **Substances minérales combustibles**, Minerais métalliques, minéraux utiles à l'industrie, par le même. In-8. 5 fr.

— **Tableaux géologiques des terrains**; par M. DUPONT, ing. en ch. des mines. 5 fr.

— **Cours élémentaire et pratique de géologie**; lithologie pratique, par M. Stanislas MEUNIER, docteur ès sciences, aide-naturaliste au Muséum. Prix. 8 fr.

— **Les Causes actuelles en géologie**, par le meme. In-8. 10 fr.

— **Géologie régionale de la France**, par le même. In-8. 17 fr. 50.

— **Revue de géologie**, par M. DELESSE, ingénieur des mines, professeur de géologie à l'Ecole normale, président de la Société géologique, et M. LAUGEL, ingénieur des mines, vice-secrétaire de la Société géologique. Tomes I, II, III. 15 fr.

— **Revue de géologie**, par MM. DELESSE et DE LAPPARENT, tomes IV, V, VI, VII et VIII. 25 fr.

— **Travaux souterrains de Paris.**

I. Etudes hydrologiques du bassin de la Seine. Applications à l'art de l'ingénieur et à l'agriculture, par M. BELGRAND, insp. général des ponts et chaussées. Grand in-8 avec 2 cartes et 81 pl. Prix: 40 fr.

II. Les Aqueducs romains. Grand in-8 et atlas. Prix : 30 fr.

III. Les Eaux anciennes. Grand in-8 et atlas. Prix : 70 fr.

IV. Eaux actuelles. Grand in-8° et atlas. 55 fr.

V. Les Egouts et les Vidanges. Grand in-8° et atlas. 50 fr.

MINÉRALOGIE. **Manuel de minéralogie**, par M. DES CLOIZEAUX, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure. Le tome I[er], 1 vol. in-8° avec son atlas. 20 fr.

— Le 1[er] fascicule du tome II. In-8 avec planches. 10 fr.

CRISTALLOGRAPHIE. **Cours professé à l'École des mines**, par M. MALLARD, ing. en ch. des mines. Tome I et II. 45 fr.

EXPLOITATION DES MINES. **Cours professé à l'École des mines**; par M. CALLON, insp. gén. des mines. La publication a été achevée par M. BOUTAN, ing. des mines. 3 vol. avec atlas. Prix : 75 fr.

— **Cours professé à l'École des mines** par M. Haton de la Goupillière. 2 vol. in-8. 60 fr.

MÉTALLURGIE. **Cours de métallurgie professé à l'École des mines**, par M. GRUNER, inspecteur général des mines. Principes généraux. — Combustibles. — Fonte, fer et acier.

En vente les tomes I et II, 1[re] partie, 2 gr. in-8 et atlas. 60 fr.

— **Cours de métallurgie**, par M. RIVOT, professeur à l'École des mines. 3 vol. in-8 avec atlas de 40 planches. 55 fr.

Analyse au chalumeau, traduit de l'anglais de M. CORNWAL, par M. THOULET. Grand in-8, relié. 25 fr.

Analyses faites au laboratoire de l'École des mines, de minerais de fer, d'eaux minérales, etc. 3 vol. in-4. 20 fr.

JURISPRUDENCE DES MINES, **minières**, forges et carrières, à l'usage des exploitants, maîtres de forges, ingénieurs, par M. Etienne DUPONT, ingénieur en chef, directeur de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne. 3 vol. in-8. 25 fr.

COURS DE LÉGISLATION DES MINES, par M. Etienne DUPONT, inspecteur général des mines, professeur de législation, droit administratif et économie industrielle à l'Ecole des mines. 1 vol. in-8°. 15 fr.

CHEMINS DE FER. **Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer**; par M. C. COUCHE, inspecteur général, professeur du cours de construction et de chemins de fer à l'École des mines. Tome I[er], Voie; tome II, Matériel de transport et Traction; tome III, Production et Distribution de la Vapeur, Freins, Effet utile de la locomotive. 3 vol. in-8 et 3 atlas contenant 151 grandes planches. Prix : 155 fr.

On vend séparément :

Le tome I[er]. . . . . . 35 fr.
Le tome II . . . . . . 85 fr.
Le tome III. . . . . . 50 fr.

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.